



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

DOCTORADO EN URBANISMO



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INDICADORES PARA MEDIR LA
SUSTENTABILIDAD URBANA Y AMBIENTAL EN LA ZONA METROPOLITANA
DE TOLUCA, MÉXICO**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
DOCTOR EN URBANISMO

PRESENTA:

M. EN ECO. RIGOBERTO TORRES TOVAR

DIRECTOR DE TESIS

DR. EN C. SALVADOR ADAME MARTÍNEZ

TUTORES ADJUNTOS

- **DR. ALEJANDRO RAFAEL ALVARADO GRANADOS**
- **DR. EDUARDO CAMPOS MEDINA**



TOLUCA, MÉXICO

OCTUBRE 2023

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DEL DESARROLLO SUSTENTABLE.....	22
1.1. Crecimiento y desarrollo.....	22
1.2. Desarrollo humano, el enfoque de las capacidades, capital social y otros conceptos	25
1.3 El desarrollo sustentable.....	27
1.3.1 El desarrollo sustentable como término polisémico.....	29
1.3.2. Enfoques del desarrollo sustentable.....	32
1.3.3. Dimensiones del desarrollo sustentable.....	35
1.4. El fenómeno urbano y la sustentabilidad.....	38
1.5. El ecosistema urbano y sus características.....	39
1.6. La sustentabilidad urbana.....	42
1.7 La insustentabilidad urbana.....	44
CAPÍTULO 2. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA GENERACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD URBANA	49
2.1. Los indicadores y la medición del desarrollo.....	49
2.1.1 Indicadores de sustentabilidad urbana.....	53
2.1.2 Indicadores ambientales.....	56
2.1.3 Indicadores de calidad de vida urbana.....	57
2.2. Sistema de indicadores medioambientales y modelos	59
2.3. Indicadores elaborados en algunos países y organismos internacionales	63
2.4. Métodos y técnicas para la generación de indicadores.....	78
2.4.1. Análisis Multivariante.....	79
2.4.2. Análisis de la Distancia P2 (ADP2)	83
2.4.3. Modelo de Agregación de Conjuntos Difusos.....	85
2.4.4 Análisis del Grado de Desarrollo de la sustentabilidad con Biogramas.....	98
2.4.5. Construcción ponderada múltiple de un Índice.....	96
CAPÍTULO 3. CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD URBANA.....	101
3.1. Diseño metodológico.....	102
3.2. Construcción del Índice de Sustentabilidad Urbana.....	111
3.2.1. La definición del marco conceptual.....	112
3.2.2 Selección de indicadores.....	112

3.2.3. Fuentes de información.....	118
3.2.4. Método de Ponderación Múltiple para calcular el Indicador Integrado de Sustentabilidad Urbana.....	119
3.3 Índice de calidad de vida urbana para la Zona Metropolitana de Toluca.....	124
3.3.1. Selección de indicadores.....	127
3.3.2. Método de ponderación múltiple.....	127
3.3.3. Ejemplo de cálculo del Indicador Integrado.....	129
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA.....	135
4.1. Descripción de la Zona Metropolitana de Toluca.....	135
4.2 Principales características de la Zona.....	137
4.2.1 Características Sociales.....	137
4.2.2. Características Económicas	142
4.2.3. Característica Ambientales	145
CAPÍTULO 5. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE DEL SUSTENTABILIDAD URBANA Y DE CALIDAD DE VIDA PARA LA ZMT.....	146
5.1. Índice de Sustentabilidad Urbana.....	146
5.1.1 Método de ponderación múltiple.....	146
5.1.1.1. Estandarización.....	146
5.1.1.2 Ponderación.....	149
5.1.1.3 Integración del Indicador de Sustentabilidad Urbana.....	152
5.2 Integración del índice de calidad de vida urbana para la ZMT.....	153
5.2.1. Índice de calidad de vida urbana.....	153
5.2.2. Integración del índice de calidad de vida urbana.....	156
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	159
CONCLUSIONES.....	165
BIBLIOGRAFÍA.....	170
ANEXOS.....	180
PUBLICACIONES:	186

INTRODUCCIÓN

En el año 2022 la población mundial alcanzó la cifra de 8 mil millones de habitantes, una población cuatro veces mayor de la que había en 1927, de acuerdo con estimaciones de las Naciones Unidas se proyecta que esa población alcanzará los 9 mil millones en 15 años y 10 mil millones en 2058, este incremento se concentrará principalmente entre los países de ingreso más bajo (CEPAL, 2022). Para el contexto de América Latina y el Caribe, la población pasó de 168,3 millones de personas en 1950 a 660,3 millones en 2022 (CELADE, 2022).

En ese sentido, alrededor del 56% de la población mundial vive en ciudades y se espera que esta tendencia continúe, ya que la población urbana aumentará a más del doble para 2050, momento en que casi 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades (Banco Mundial, 2022); cabe mencionar que esta tendencia de rápida urbanización global fue temporalmente ralentizada por la pandemia de COVID-19, debido a que, en las primeras fases de la pandemia, hubo migración en gran escala desde las principales ciudades hacia el campo o pueblos pequeños, ya que eran percibidos como más seguros, sin embargo, esta fue una respuesta de corto plazo que no altera el curso de la urbanización mundial (ONU-Habitat, 2022).

El ritmo y la magnitud de la urbanización plantea desafíos para los gobiernos e instituciones internacionales, entre ellos se pueden mencionar algunos: atender la acelerada demanda de vivienda asequible, construcción de infraestructura viable, sistemas de transporte eficientes, cobertura de servicios básicos y de empleo, expansión de asentamientos urbanos informales y uso del suelo, entre otros. Aunado a esto, el crecimiento urbano ejerce gran presión sobre el medio ambiente, debido al incremento de la demanda de recursos naturales y a la emisión de los diferentes tipos de contaminantes generados por las actividades humanas que contribuyen de manera negativa al cambio climático.

Por otra parte, la expansión urbana se desarrolla de manera independiente sin considerar la capacidad ecológica de la región o país donde se ubican, importando recursos y extendiendo sus desechos a escala planetaria (Roseland, 1997); por ello, algunos autores califican a las ciudades como parásitos del territorio, entre ellos destaca Girardet (1994). La discusión histórica respecto a si las ciudades son buenas o malas, generalmente ha llevado a un callejón sin salida, considerando que la tendencia de crecimiento poblacional en áreas urbanas no se espera que se revierta en un importante periodo de tiempo (DESA, 2014), conviene más debatir sobre qué modelo urbano puede favorecer su desarrollo, considerando el cuidado del medio ambiente y, sobre todo, los aspectos socio-económicos que beneficien a los grupos de personas que habitan en dichas zonas.

Si bien la ciudad en sus distintas expresiones, como resultado de la actividad humana, genera un entorno no favorable, entendido como un medio de

insustentabilidad, tiene diferentes aristas y contextos en su problemática. En los países desarrollados, generalmente se asocia al exagerado consumismo y derroche, como producto de la abundancia; en contraparte, en países pobres, la insustentabilidad tiene que ver con la escasez y sobre explotación de los recursos del medio que le rodea (Barkin, 1998). Independientemente del modelo que se elija para el mejor desarrollo de una ciudad, éste tendría que venir acompañado de una estrategia que considere un favorable desempeño de los factores ambientales, sociales y económicos. De ahí que la propuesta y planteamiento del *Desarrollo Sustentable*, como un camino viable para la búsqueda de mejores condiciones de calidad de vida y bienestar social en las zonas urbanas, ha cobrado mayor importancia en las últimas décadas, tanto en el ámbito político como académico, dado su carácter multidisciplinario.

Sin embargo, las decisiones relacionadas al ámbito macroeconómico, en su afán de ofrecer mejores niveles de vida para la población a través del anhelado crecimiento económico no han considerado las externalidades que ello implica en los procesos de la cadena productiva. Considerando que la ciudad es donde existe mayor impacto sobre el medio ambiente, dado que son los centros de producción y distribución por excelencia, las políticas de planeación urbana no han sido las adecuadas para mitigar estos efectos, por ello urge tener mejores herramientas que permitan conocer los estados de sustentabilidad de una región para establecer políticas óptimas por parte de los decisores, sobre todo en el ámbito público a escala local o regional.

Si bien, las instancias gubernamentales dentro de esta planeación cuentan con la elaboración de indicadores para definir sus estrategias de política, estos en su mayoría suelen ser un instrumento para la consecución de recursos económicos en determinados programas públicos nacionales e internacionales o para atender compromisos meramente institucionales, lo cual no deriva en una política de planeación específica que muestre el desempeño o evolución del medio ambiente urbano.

A pesar de que en los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo por incorporar los indicadores ambientales y urbanos dentro de la planeación, a menudo su aplicación en los sistemas urbanos a escala de región es escasa, lo cual no permite visualizar los procesos al interior de las ciudades. Por ello, es de suma importancia conocer de primera mano el estado actual de una ciudad, contando con instrumentos y metodologías para abordar las diversas variables urbanas y conocer su evolución para optimizar la toma de decisiones, de aquí surge la importancia de los sistemas de indicadores y su papel desde una visión desde el ámbito local.

Entre estos se encuentran los modelos de medición, que permiten evaluar las condiciones de una ciudad y su evolución a través de indicadores urbanos, entre los que destacan los propuestos por el Programa de Naciones para el Desarrollo

(PNUD), la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo, por un lado, y las propuestas derivadas de Conferencias Internacionales efectuadas en diferentes sedes y años, así mismo, las emprendidas en diversos países y regiones por otro lado. A continuación, se describen dichas propuestas.

Modelos e indicadores

De acuerdo con Schuschny y Soto (2009), existen modelos que permiten organizar los sistemas de indicadores, los cuales pueden partir de una estructura sectorial, por ejemplo, agrícola, transporte, industrial, etc.; y por objetivos, entre los que podemos destacar los sociales y económicos. A partir de esa consideración, es posible definir alguna técnica apropiada para la medición de los indicadores.

Los indicadores forman parte de las herramientas que pueden posibilitar una mejor planeación y gestión de los recursos en el ámbito urbano, con la participación de los agentes públicos, privados y sociedad en general. Aún con sus cuestionamientos (como se mencionarán algunas de ellas en los siguientes párrafos), diversas experiencias internacionales han dado muestra de buenos resultados al momento de establecer objetivos, considerando la elaboración de indicadores, debido a la escasez de información con que se cuenta en la mayoría de los países, estos logros importantes han partido de los esquemas apegados a los criterios de sustentabilidad, sobre todo a las recomendaciones sugeridas por instituciones de índole internacional, que ha quedado plasmadas en acuerdos suscritos por diversos países en diferentes momentos, como es el caso de la Agenda Local 21, los Objetivos del Milenio y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable.

La importancia de medir el desarrollo y determinar los factores que lo condicionan, ha sido tema de interés para los diversos campos de la ciencia en los últimos años, si bien existe una trayectoria histórica sobre los posturas y propuestas para tratar de determinar un parámetro de medición generalizado, todavía no se ha llegado a un acuerdo en este sentido. Si bien el Producto Nacional Bruto ha sido el principal componente económico del desarrollo, Samuelson (2005) dice que en las últimas décadas se ha cuestionado su carácter de indicador del bienestar social, porque su comportamiento a lo largo del tiempo sólo muestra variaciones porcentuales de un periodo de tiempo con respecto a otro, es decir, su crecimiento; en otras palabras, cuando se habla de crecimiento se hace referencia a los aspectos cuantitativos, y con respecto al término desarrollo este debe involucrar factores cualitativos.

Una de las críticas más señaladas en lo que se refiere al crecimiento como detonante del desarrollo, ha sido la característica de ser excluyente, es decir, no incorpora algunos factores como la degradación del medio ambiente y otras externalidades generadas en el proceso de producción, sobre todo en las ciudades con mayor industrialización (Azqueta, 1994). Es precisamente en las ciudades con

mayor grado de urbanización, donde puede identificarse este fenómeno ambiental, debido a que concentran grandes cantidades de población y diversas actividades económicas y administrativas (elementos que caracterizan los espacios urbanos). De lo anterior, surgieron algunos enfoques que han propuesto una serie de metodologías y técnicas para tener una medida del desarrollo que integre los aspectos cualitativos y cuantitativos.

El análisis del desarrollo sustentable es precisamente el que contempla dicho visión integral, debido a que incorpora elementos ecológicos, económicos y sociales (Díaz, 2009). La preocupación por el deterioro gradual del medio ambiente, como resultado de las actividades económicas, ha llamado la atención de diversos investigadores en las últimas décadas, sin embargo, la iniciativa de promover el desarrollo sustentable ha sido de manera institucional, sobre todo por la Organización de Naciones Unidas (ONU), apoyada por las estancias de gobierno involucradas con el medio ambiente y los recursos naturales en cada uno de los países (PNUD, 2002). Las primeras acciones de la ONU dieron lugar a la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano (celebrada en Estocolmo en 1972), donde se manifestaron por primera vez las preocupaciones de la comunidad internacional en torno a los problemas ecológicos y del desarrollo; más adelante en 1976, con motivo de la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos, conocida como Habitat I (celebrada en Vancouver, Canadá), se expresó la necesidad de mejorar la calidad de vida través de la provisión de vivienda adecuada para la población.

Posteriormente, la Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, adoptó por unanimidad el documento denominado Nuestro Futuro Común o Informe Brundtland (CMMAD, 1987), en el cual se presentó el término desarrollo sustentable, el Informe se constituyó como el acuerdo más amplio entre científicos y políticos para atender los desafíos globales en materia ambiental. A partir de ese momento se adoptó la definición de desarrollo sustentable “como aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”; para la Cumbre de la Tierra (o Cumbre de Río) efectuada en 1992, los jefes de estado presentes ratificaron el Informe Brundtland, además, aprobaron el Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable, conocido como Agenda 21 (UNCED, 1992), a través de la cual los países se comprometieron a instrumentar, mediante la generación de indicadores, la gama de aspectos o temas implícitos en la noción de Desarrollo Sustentable.

En lo que se refiere a foros de discusión se hace referencia a la Conferencia sobre los Principios de Medición de Desempeño del Desarrollo Sustentable (llevada a cabo en Bellagio, Italia, 1996), donde se constituye un marco de lineamientos para la evaluación del proceso de desarrollo sustentable, incluyendo la selección y diseño de los indicadores, su interpretación y su difusión de resultados. En ese

sentido, se han efectuado diversos foros relacionados a los aspectos ambientales, como es la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, plasmado en el documento llamado Protocolo de Montreal (PNUMA, 2006), Convención sobre Cambio Climático en 1997 el resultado fue el Protocolo de Kyoto (Naciones Unidas, 1998).

En la Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático de 2009 en Copenhague, se habían generado grandes expectativas por las temáticas a exponer, sin embargo fue caracterizada por una serie de debates que no arrojaron los acuerdos ni resultados esperados, el único punto a destacar es la propuesta de la creación de un Fondo Verde por parte de los países en desarrollo, donde se dispusiera de recursos financieros para hacer frente a los efectos que deriven del cambio climático, y por otro lado, la reducción de la emisión contaminantes.

Para diciembre de 2010, el foro sobre el cambio climático efectuado en Cancún se formaliza la propuesta denominada “Fondo Verde para el Clima”, que incluye medidas para proteger las selvas y nuevas vías para compartir tecnologías de energía limpia, así como ayudar a los países en desarrollo a adaptarse al cambio climático (Naciones Unidas, 2010). Por otro lado, se contempló como meta recaudar US\$100.000 millones en ayuda para los países pobres para el año 2020 y se estableció el objetivo de limitar el aumento promedio de las temperaturas a menos dos grados Celsius sobre la era preindustrial como se señala en el reporte de REUTERS (2010). En lo que se refiere a la participación del gobierno de México en los diversos foros, éste no ha quedado al margen, en virtud de que pertenece a las anteriores instituciones internacionales mencionadas, y que además ha tenido una gran pérdida de recursos naturales debido a la tala clandestina, incendios forestales y alto consumo durante varias décadas, de ahí que sea importante la inserción en estos eventos de manera activa.

Respecto a la implementación de indicadores, la propuesta se contempla en la llamada Agenda 21 (o Programa 21), suscrita en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992. En dicho documento los países se comprometieron a adoptar medidas nacionales y globales en materia de sustentabilidad, así como acciones orientadas a la generación de indicadores a través de los cuales se pudieran medir y evaluar las políticas y estrategias en materia de desarrollo sustentable.

Un punto de la declaración de la Agenda 21 refleja la trascendencia del largo proceso asumido en el párrafo 40.4 (UNCED, 1992): “Los indicadores de desarrollo sustentable necesitan ser desarrollados para proporcionar bases sólidas para la toma de decisiones en todos los niveles y contribuir a autorregular la sustentabilidad de los sistemas integrados del ambiente y el desarrollo”. Estos indicadores, que expresan en cierto nivel y magnitud las interrelaciones entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológico-ambientales, constituyen para los tomadores de decisiones un punto de referencia para la evaluación del bienestar y

de la sustentabilidad de un país. Su valor se magnifica al contrastarse o correlacionarse con las metas que forman parte de las políticas nacionales.

Los indicadores propuestos por la Comisión de Desarrollo Sustentable de Naciones Unidas se diseñaron y agruparon de acuerdo con criterios temáticos que cubrieran lo expuesto en cada uno de los 40 capítulos de la Agenda 21, clasificados en cuatro categorías –social, económica, ambiental e institucional– y por su naturaleza dentro del esquema presión-estado-respuesta.

Es importante mencionar que los indicadores son una herramienta que proporciona información directa e indirecta acerca del futuro de la sustentabilidad con respecto a objetivos sociales o económicos, tales como el bienestar material o ambiental. A partir de ahí, existen variados estudios desarrollados para crear y seleccionar los indicadores adecuados de acuerdo con los países, ciudades o regiones en particular (considerando aspectos sociales y económicos propios); la revisión de dichos estudios remite a destacados autores. Ledoux (2005) hace una revisión de los indicadores utilizados en la Unión Europea y propone un conjunto de indicadores de sustentabilidad dividido en tres niveles, en el cual resalta un indicador general que agrupa diez variables: desarrollo económico, pobreza y exclusión social, sociedad adulta, salud pública, cambio climático y energía, patrones de producción y consumo, manejo de los recursos naturales, transporte, buen gobierno y la interacción global.

Suss (2005), por su parte evalúa y elige indicadores específicos para condados o ciudades, de tal forma que permiten saber las condiciones de sustentabilidad en una región en específico, situación que está sujeta a la metodología aplicada. En ese sentido Talier (2006) menciona características que los indicadores de desarrollo sustentable deben tener, entre ellos la significancia, entendibles, flexibles a cualquier cambio, medibles y ser actualizados. De igual manera, Bohringer (2007) hace énfasis en la forma correcta y objetiva de la medición, esto es, que no sean engañosos o inútiles, debido a que afectan a una gran cantidad de población.

En el caso latinoamericano, Sepúlveda (2008) desarrolla estudios desde el sector agrícola empleando una metodología basada en biogramas para evaluar el desarrollo sustentable de un país, región o localidad. Leva (2005) por su parte, elabora una serie de indicadores urbanos para medir la calidad vida en Argentina, partiendo del Método de Construcción Ponderada Múltiple. Asimismo, algunas instituciones han elaborado metodologías para la selección y medición de indicadores, tal es el caso de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE/OECD), que desde 1998 ha venido realizando una serie de talleres con expertos para explorar nuevas metodologías e indicadores para medir el progreso hacia el desarrollo sustentable.

Por su parte, en México se inició la participación de manera informal en el arranque

de la convocatoria de la prueba piloto para la elaboración de indicadores de desarrollo sustentable, a partir de marzo de 1997 durante el tercer taller sobre ese tema celebrado en Costa Rica, es cuando se sumó formalmente a otros 21 países que, de manera voluntaria, se decidieron a participar en dicha prueba piloto para desarrollar los indicadores. De esta acción resultó un documento (trabajo de manera conjunta entre INEGI e INE/SEMARNAP) denominado “Indicadores de Desarrollo Sustentable en México”.

En septiembre del año 2000, en el marco de la Cumbre del Milenio, México suscribió –junto con 189 países miembros de la Organización de las Naciones Unidas– la Declaración del Milenio. Este documento contiene ocho compromisos conocidos como los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), entre los que destacan erradicar la pobreza y el hambre, mejorar la educación, la equidad de género, la sustentabilidad ambiental, incrementar la salud y fomentar una asociación global para el desarrollo; estos Objetivos establecieron como fecha límite de consecución el año 2015.

Para septiembre de este 2015, al término del periodo de cumplimiento de estos objetivos, dentro de la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable en Nueva York, se aprobó la Agenda para el Desarrollo Sustentable, establecido en un documento titulado “Transformar Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable”, el cual fue adoptado por 193 Estadosmiembros de las Naciones Unidas, el documento incluye los 17 Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS), cuyo objetivo es poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático sin que nadie quede atrás para el año 2030. En esta iniciativa México participó en la definición de dicha Agenda, colaborando en el proceso de negociación, presentando propuestas en materia de igualdad, inclusión social, económica, sustentabilidad y derechos humanos, entre otros.

La experiencia mexicana sobre la elaboración de indicadores no había sido tan importante a partir de estos señalamientos, al menos desde el ámbito institucional, considerando que se han instaurado los Observatorios Urbanos en el país a través de la ONU/HABITAT, sin embargo, no se ha tenido un seguimiento a la par de otras naciones. Cabe señalar que desde las políticas públicas se ha incluido el eje del desarrollo sustentable como una línea de acción en los planes de desarrollo en los tres niveles de gobierno, pero han carecido de una estrategia la mayoría de ellas y tampoco consideraron la implementación de la Agenda 21 desde su puesta en marcha.

Por otra parte, con la adopción de la Agenda 2030, México manifiesta su compromiso con los acuerdos, para tal efecto, en 2017 el gobierno federal propuso la Consulta General de la Estrategia Nacional de la Agenda 2030 con el objetivo de involucrar los diferentes actores de la sociedad y sus aportaciones para conformar

una política que ayude al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sustentable, esta acción cobra importancia en la definición de indicadores para nuestro país dentro la implementación de la agenda.

La implementación de los indicadores en los casos anteriores son sólo algunos de los estudios empíricos que han hecho aportes a su elaboración, con ello conviene aclarar que en términos comparativos no se puede señalar que alguno sea mejor que otro, dado que las características de cada territorio son diferentes y los indicadores son establecidos para conseguir ciertos objetivos planteados en cada uno de los estudios. Más bien, la importancia radica en analizar los aportes respectivos y retomar los elementos dimensionales del desarrollo sustentable que sirvan de guía a la hora de elaborar indicadores para un territorio.

Por lo tanto, se puede resaltar que es de gran relevancia la implementación de políticas definidas para favorecer el desarrollo sustentable mediante la formulación de estrategias específicas, reconociendo los elementos que influyen en el territorio.

Por lo anterior, es necesario conceptualizar y establecer una referencia teórica sobre sustentabilidad e insustentabilidad, lo cual se trata en el siguiente apartado.

Sustentabilidad e insustentabilidad

Para abordar la problemática presentada en las ciudades, Cembranos (2013) menciona que es indispensable considerar como punto de partida la solución a la insustentabilidad, esto a su vez lo confirma Vázquez (2011), partiendo de la realidad en cuestión, resulta más adecuado hablar de dicho término, por ello conviene identificar sus principales rasgos de insustentabilidad en determinada ciudad. A partir de estas ideas se puede hacer referencia a las características de los términos sustentabilidad e insustentabilidad en los siguientes párrafos.

De acuerdo con Jiménez (2002), a pesar de que se tiene más conciencia del significado de la insustentabilidad en los estilos y procesos de desarrollo, modos de producción y consumo sobre lo que realmente se quiere hacer sustentable, las respuestas estratégicas, en cualquier caso, se encuadran en el nuevo marco conceptual de la sustentabilidad del desarrollo. Se trata de facilitar nuevos enfoques para redefinir las relaciones entre los sistemas humanos y ambientales con un sentido de globalidad, perdurabilidad y corresponsabilidad. Con estos planteamientos, aunque más retóricos que reales, se perfilan la mayoría de las estrategias que los países asumen dentro de las políticas, sobre todo, las llamadas desarrolladas.

La noción de desarrollo sustentable está ligada a la llamada economía ecológica, en ocasiones llamada concepción fuerte del desarrollo sustentable o sustentabilidad fuerte (Daly, 2005); por lo tanto, el primer planteamiento esencial

en el discurso crítico sobre el desarrollo radica en que la justificación para recurrir a un nuevo término procede de la advertencia de una situación de insustentabilidad que ha sido generada por el actual modelo dominante de desarrollo económico. De ahí que el análisis de la insustentabilidad actual de las sociedades humanas en su comportamiento económico representa a partir de la acepción, la necesidad de modificar el modelo actual imperante; exige, por lo tanto, promover y aplicar los sistemas más eficaces de conocimiento de la realidad para evaluar el estado, las causas y las consecuencias de dicha insustentabilidad.

La propuesta inicial por hacer un lado el significado retórico del desarrollo sustentable apostó por dotarlo de criterios prácticos y operativos; el pionero de este planteamiento fue el que aportó Daly (1990), denominando criterios operativos del desarrollo sustentable, los cuales implicaban reglas prácticas muy básicas pero contundentes en sus resultados a la hora de aplicarlas a los modos de acción de la economía actual. La concepción y aplicación de ello entremezcla aspectos derivados de la ecología con otros de carácter económico, de forma que exigen una integración de metodologías, enfoques y objetivos entre economistas y ecólogos preocupados por los temas de sustentabilidad.

En ese sentido, el evitar el extremo de la insustentabilidad, es trascendental enfrentar la cuestión de la distribución equitativa mínima (que asegure una vida y un bienestar humano dignos a todos los habitantes del planeta o una región en específico) mediante instrumentos de corrección de los mercados y de justicia social pertinente (acuerdos internacionales, políticas sociales y ambientales de cooperación, entre otras medidas).

Por otra parte, Folladori (2006) también hacen énfasis en señalar aspectos no solo ambientales dentro de la sustentabilidad como factores de equilibrio en los sistemas, al respecto establecen que la sustentabilidad ecológica tiene parámetro claro sin mayor polémica, el parámetro es la naturaleza pura. Cuanto más lejos de ella, más insustentable, cuanto más cerca más sustentable. La sustentabilidad económica tampoco plantea mayores controversias ya que, bajo el régimen de producción capitalista, el mercado se encarga de expurgar aquellos agentes que no son competitivos, de manera que la eficiencia que es la base de esta sustentabilidad económica es una consecuencia tendencial del sistema de producción.

En contraposición a lo anterior, el problema comienza con la insustentabilidad social, tradicionalmente se asociaba con la pobreza y el incremento poblacional, pero era evidente que el interés central no era en sí estos aspectos, sino la degradación del medio ambiente y el agotamiento de los recursos como consecuencia de ellos, es decir, el concepto de sustentabilidad social se utilizaba en realidad como un puente para considerar la sustentabilidad ecológica.

Aunado a lo anterior, Folladori (2007) establece la paradoja de la sustentabilidad

ecológica y la sustentabilidad social, señala que el marco capitalista del desarrollo sustentable garantiza la insustentabilidad social, no importando cuales sean los avances en la sustentabilidad ecológica: mientras las tecnologías verdes o limpias se incorporan a la dinámica de producción capitalista, y con mayor presencia en los países más desarrollados avanza la pobreza y la explotación. Es decir, a cada avance en la sustentabilidad ecológica, hay un retroceso en la sustentabilidad social; y no por causa de la aplicación de técnicas verdes, sino independientemente de ellas y por efectos de la acumulación de capital.

Esta paradoja entre la sustentabilidad ecológica y de la insustentabilidad social no tiene solución definitiva dentro de un régimen capitalista de producción. Desafortunadamente muchos de los movimientos ambientalistas creen que cambios a favor de la sustentabilidad ecológica se transforman automáticamente en mejoras en la sustentabilidad social, esto podría ser únicamente en determinados casos y/o momentos.

Sistemas y modelos de indicadores urbanos y ambientales

Los primeros antecedentes sobre indicadores ambientales y urbanos tienen su origen en la Conferencia Hábitat I (celebrada en Vancouver en 1976), donde nace la Agencia UN-Hábitat, en esta conferencia se resalta la necesidad de una mayor intervención en las ciudades debido a la inequidad derivada del crecimiento económico que genera pobreza y deterioro ambiental y de condiciones de vida; para ello se propusieron principios y líneas de acción que abordan las relaciones de aspectos sociales, económicos y ambientales acompañados del desarrollo de asentamientos humanos.

En ese sentido, para 1996 se lleva a cabo la Declaración Hábitat II en Estambul sobre Asentamientos Humanos (Naciones Unidas, 1996), donde se establecen compromisos divididos en dos temáticas: vivienda adecuada para toda la población y el desarrollo de los asentamientos humanos sustentables en los procesos de urbanización. En la declaración se establecen líneas de acción enfocadas a modalidades sustentables, sin embargo, se quedan solamente a nivel conceptual.

De esta iniciativa, también surgió el sistema de indicadores urbanos a nivel mundial (Global Urban Observatory) basada en la Agenda Hábitat, el cual se desarrolló para conocer la evolución y desempeño urbano y ambiental del estado de las ciudades, también se implementaron bases de datos urbanos en dos ejes: indicadores clave y datos cualitativos.

De este modelo de indicadores se rescatan los aportes principales para definir características de los indicadores como instrumento metodológico: mensurabilidad, confiabilidad, comunicación, consistencia y comparabilidad. Por otra parte, algunos inconvenientes o deficiencias que se pueden señalar tienen que ver con el proceso

de organización e implementación con las bases de datos, que si bien informan sobre una evaluación, al ser cualitativos no pueden ser cuantificados; así mismo, la publicación de resultados en algunos casos estaba incompleta y su actualización no fue constante debido entre otros factores, cambios de administraciones en los gobiernos en sus diferentes escalas y además no se incluyó la participación social.

A nivel europeo, surgió derivado de diferentes conferencias efectuadas en esta región (Aalborg, 1994; Lisboa, 1996 y Hannover, 2000) el programa llamado Ciudades Europeas Sustentables el cual abordaba principalmente dos temáticas a través de apoyos con financiamiento: la primera refiere a la estructuración de una red de ciudades sostenibles para la región bajo un entorno favorable para el desarrollo sustentable; la segunda pone énfasis en privilegiar los aspectos urbanos. De ello derivó la iniciativa URBAN (Comisión Europea, 2003) para zonas urbanas, la cual estableció un cambio en el concepto de “medio urbano” al de “sustentabilidad en zonas urbanas”, privilegiando estrategias de gestión en políticas públicas enfocados a los aspectos económicos, ordenamiento territorial, planeación ecológica, movilidad en otras.

Bajo este contexto, en la conferencia de Hannover celebrada en el año 2000, se crea la Auditoría Urbana, un producto que trajo importantes aportes para el estudio posterior de los indicadores urbanos, debido a que contemplaba tres ejes: el primero por la creación de un instrumento de evaluación y diagnóstico que permitiera medir la calidad de vida en la zona; el segundo radicó en la concentración de información en bases de datos soportada por una metodología; finalmente el tercero, establecía la adopción de instrumentos de evaluación (indicadores), legislación en materia de desarrollo urbano sustentable así como la planeación y diseño urbanos.

Para el caso mexicano, la evidencia más representativa de la elaboración de indicadores de sustentabilidad es el reporte Indicadores de Desarrollo Sustentable en México (INEGI-INE, 2000), en él se hace un recuento temático descriptivo recabando 113 indicadores de los 134 que fueron propuestos por la Comisión del Desarrollo Sustentable de Naciones Unidas; para ello se estructuró en cuatro divisiones o categorías de indicadores: social, económica, ambiental e institucional. Por otra parte, el reporte se visualiza bajo dos vertientes: por un lado, la relacionada a la elaboración de indicadores, considera los antecedentes, además de los aspectos conceptuales y metodológicos, objetivos y metas a escala nacional principalmente; en segundo término, hace referencia a la información estadística de cada uno de los indicadores de acuerdo con las cuatro categorías mencionadas anteriormente.

Si bien, es un marco de referencia para la elaboración de indicadores, es importante señalar algunas consideraciones debido a que el modelo organiza la información por temas y subtemas que muestran datos del año de ese estudio, no existen

elementos que hagan evidente el seguimiento de datos estadísticos para su posterior actualización.

Además, su carácter cuantitativo a nivel nacional y en algunos casos por estado, no refleja las diferencias entre zonas urbanas o rurales, es decir, sólo muestran una realidad a escala nacional y no aportan datos importantes al ámbito local. En su planteamiento, el documento no contempla indicadores de sustentabilidad urbana, con el contenido de la información, es difícil su aplicación (desagregación) para el estudio y comprensión de la sustentabilidad de las ciudades.

Continuando en la experiencia mexicana, la Secretaría de Desarrollo Social (actualmente Secretaría del Bienestar), en 1994 elaboró un documento que hace referencia a los procesos de urbanización y su impacto en el medio ambiente, incorporando por primera vez el término Desarrollo Sustentable, como instrumento de para acceder a recursos financieros por parte del Banco Mundial para el desarrollo urbano y vivienda. Por su relevancia, resalta el planteamiento de una visión lineal que todavía ha prevalecido sobre la estructura urbana y de la población como variable unidimensional, sin embargo, se observa que no existe propuesta de solución alguna que atañe a los problemas urbanos y ambientales.

Finalmente, se puede afirmar que la tendencia de la elaboración y manejo de indicadores urbanos y ambientales a escala mundial, regional y local sigue en proceso; la investigación sobre la construcción de ellos requiere a su vez de la validación teórica y metodológica en cada uno de los casos que permita establecer indicadores más específicos como resultado de la acción de diversos agentes económicos, sociales y políticos (Winograd, 1996).

Las metodologías propuestas en años más recientes, debido a su perfeccionamiento, han podido establecer niveles con más precisión y desagregación de los datos, dando como resultados índices que integran diversas variables, tal es el caso del Índice de Desarrollo Humano de la ONU, en nuestro caso de investigación la propuesta va enfocada al desarrollo de un Indicador Integrado de Sustentabilidad Urbana.

Por lo anterior es necesario describir la elaboración y el uso de los indicadores de sustentabilidad de acuerdo con las metodologías empleadas como puede verse a continuación.

Elaboración y uso de indicadores de sustentabilidad

De manera general, en la elaboración y uso de indicadores se pueden observar tres niveles de desagregación de datos:

1. A nivel mundial

2. A nivel regional
3. A nivel local

A partir de ellos, se identifican una serie de propuestas metodológicas encaminadas a diseñar marcos de análisis que identifiquen y califiquen los componentes sociales, económicos y ambientales dentro de los sistemas urbanos. Sin embargo, también se reconocen vacíos y necesidades de ajuste a estas herramientas; por lo cual se puede considerar que la mejor forma de establecer las limitaciones de tales propuestas es a través de su aplicación en diferentes casos de estudio, de manera que se pueda establecer su efectividad y mejorar su proceder a través de las modificaciones pertinentes.

Una vez que se han identificado los principales elementos de transformación en la ciudad, es necesario contar con algunos parámetros (indicadores) que permitan percibir estos cambios, sobre todo los manifestados en torno al medio ambiente que como última consecuencia se refleja en la del bienestar de la población. La elaboración y uso de indicadores de sustentabilidad puede permitir la observación de este tipo de fenómenos y, al mismo tiempo, tomar decisiones con mejores resultados que puedan promover un desarrollo integral en corto y mediano plazo.

Es importante mencionar que existen indicadores en los niveles globales que miden el desarrollo sustentable, es decir, para ciertos países, estados, provincias o departamentos según el país se aborde; sin embargo, las metodologías para la elaboración de indicadores de sustentabilidad a nivel regional o local todavía son limitados; prueba de ellos es la elaboración de planes de desarrollo a los tres niveles de gobierno sólo contemplan como proyecto de política el desarrollo sustentable, pero no existen estrategias definidas para abordarlo. Esto ha llevado al incremento de la demanda de indicadores a nivel local fundamentadas en los siguientes aspectos: implementación en las políticas ambientales, integración de los aspectos ambientales en políticas sectoriales de la economía y la integración de factores ambientales, económicos y sociales en la toma de decisiones.

En conjunto, esta problemática debe ser abordada por las instituciones públicas para atender las diversas necesidades, sin embargo, la falta de información a niveles desagregados condiciona las políticas efectivas debido a que no se tienen diagnósticos a detalle que reflejen elementos importantes que estén impactando negativamente y con ello contrarrestarlos. La elaboración de indicadores puede ser esa herramienta que ofrezca el instrumento para emprender decisiones más apropiadas y en momentos oportunos.

La línea de investigación de este estudio se ubica dentro del análisis de la sustentabilidad ambiental y urbana, la cual tiene como objetivo examinar las relaciones complejas sociedad-naturaleza en las escalas local, regional y territorial (Bocking, 1994). Por ello es importante contemplar el estudio y desarrollo para

construir un cuerpo teórico, métodos e instrumentos que permitan garantizar la protección y la calidad de vida desde las ciudades.

El contexto urbano

Uno de los grandes fenómenos sociales acontecidos en el siglo XX fue el constante crecimiento de la población, experimentado por varios países, particularmente en ciudades que alcanzaron cierto grado de desarrollo industrial, las cuales reflejaron en gran medida atracción de fuerza laboral, que dio lugar a un alto índice de concentración. Esta situación también se manifestó en México, debido a que en los últimos 70 años la población creció cinco veces aproximadamente: en 1950, había 25.8 millones de personas; en el 2000, se tenían 97.5 millones, 112.4 millones en 2010 y de acuerdo con el último Censo de Población 2020 del INEGI, la población alcanzó una cifra de 126 millones de personas. Tal fenómeno dio origen a una serie de factores tanto positivos como negativos de diversa índole, sin embargo, en la actualidad los espacios urbanos se han manifestado como centros de caos, que se refleja en un deterioro de la calidad de vida, esto porque la ciudad no pudo ni ha podido atender las crecientes necesidades de la mayoría de su población.

La ciudad es un referente de importantes actividades económicas, principalmente las del sector secundario (industrial) y del terciario (comercio, servicios financieros, restaurantes, etc.), que ha dado origen al agotamiento de espacios físicos tanto para vivienda como de áreas verdes y la frecuente contaminación en sus diversos tipos. La ciudad se vuelve el principal lugar de producción y consumo, que siendo un entorno artificial creado por el hombre no es considerada como parte de la naturaleza, sino más bien se concibe como un factor que provoca desequilibrios en los ecosistemas, es decir la ciudad tiene impacto en el medio ambiente de los siguientes aspectos:

1. Ocupación del espacio: la ciudad se asienta en un espacio físico concreto y causa una transformación de la naturaleza y un fuerte impacto social.
2. Utilización de recursos naturales: la demanda de estos por parte de la ciudad puede ser en determinado momento superior a la capacidad de regeneración natural del recurso, lo que llevaría al agotamiento de este.
3. Generación de residuos: los desechos urbanos que son vertidos pueden no ser asimilados por la naturaleza, según el tipo y volumen.
4. Emisión y descarga de contaminantes: la ciudad descarga y emite sustancias que son nocivas para el aire, agua o suelo y que igualmente son nocivas para la salud humana.

Además, el crecimiento urbano tiene un efecto inmediato en la transformación del medio físico, la degradación del medio ambiente urbano está directamente ligada al rápido proceso de urbanización, situación que conlleva a un deterioro de la calidad de vida, reducción de espacios verdes, deterioro del centro histórico,

congestión vehicular, ruido, marginación, costo elevado de los servicios, entre otros; de ahí el señalamiento de Salvo (1996), la ciudad y la naturaleza han sido consideradas como dos estructuras mutuamente excluyentes, marcando la diferencia la intervención o ausencia del hombre. Como se sabe, el espacio urbano se encuentra estructurado de forma muy heterogénea, debido a la tradicional urbanística basada en la separación de usos específicos del suelo, residencial, administrativas, industrial, etc. Esta zonificación trae como consecuencia impactos ecológicos al aumentar desplazamientos de los agentes que pueden traducirse en mayor uso de energía y contaminación. Con relación a estos desplazamientos, en la mayoría de las zonas urbanas, el servicio del transporte se produce de manera horizontal, condición que hace uso de grandes distancias para comunicar los diferentes puntos de interacción de la sociedad.

Para atender la problemática mencionada, el Urbanismo, en la búsqueda de alternativas y en su pretensión de ordenar la ciudad e incrementar el bienestar de los habitantes, contempla a la sustentabilidad como un paradigma viable, toda vez que la sustentabilidad provee de una visión nueva, ya que es un concepto que pretende conjuntar la protección de los ecosistemas, la participación social y el desarrollo equitativo (Achkar, 2005).

De acuerdo con este contexto, se establece el siguiente planteamiento teórico del problema:

De acuerdo con la problemática de la implementación de la sustentabilidad en el campo de la investigación a un lugar en específico no radica en la conceptualización, sino más bien, en su operacionalización y su medición, dado que no se puede hablar de sustentabilidad sin tener parámetros que permitan determinar si una ciudad es sustentable o no.

De acuerdo con Brunett (2004:35) "Las dificultades que enfrenta el concepto de sustentabilidad se pueden sintetizar en dos niveles.

1. El primero corresponde a los aspectos de corte teórico metodológico, entre ellos se pueden citar los siguientes: a) el desarrollo de marcos de análisis que permitan integrar aspectos cualitativos y cuantitativos; b) la integración de enfoques multidisciplinarios para su aproximación; c) contar con criterios que permitan una valoración objetiva; d) integración de los datos para su análisis y procedimientos estadísticos a seguir; e) contar con umbrales que permitan establecer cuánto falta para llegar a un nivel ideal.
2. En el segundo nivel, se reconoce la escasez de propuestas metodológicas que permitan estudiar en forma práctica e integral el estado de sustentabilidad que guardan los sistemas de producción, para identificar en qué partes son débiles y en cuáles son fuertes".

Aunado a estos niveles, es importante señalar que existe una escasez de indicadores que permitan evaluar la sustentabilidad urbana y ambiental a nivel local, sobre todo por la información estadística oficial, que hace más compleja la tarea de relacionar los indicadores simples a través las dimensiones de la sustentabilidad (social, económica y ambiental), dado que una vez superada esta problemática se puede medir y evaluar el grado de sustentabilidad en la cual se ve implícita la calidad de vida urbana.

La complejidad que atañe a las zonas urbanas en general no ha sido estudiada de manera integral desde el punto de vista disciplinar, es decir, los campos de estudio que tradicionalmente la abordan ha sido de manera aislada por lo cual han sido insuficientes en sus explicaciones o en la propuesta de soluciones.

Un aspecto en particular es la escasez (o ausencia) de estadísticas que permita visualizar y dimensionar la magnitud del fenómeno, tal es el caso de algunos indicadores como el denominado desarrollo sustentable, que engloba aspectos sociales, económicos y ambientales, y que al no contar con ellos se toman decisiones de política pública erróneas y/o tardías; sin embargo, este tipo de indicadores remiten de manera inmediata al cuestionamiento:

Conforme a lo anterior, para el presente trabajo se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué modelo o sistema de indicadores permite relacionar las dimensiones económica, social y ambiental a través de indicadores simples para medir y evaluar la sustentabilidad urbana y ambiental en la Zona Metropolitana de Toluca?

Para responder al cuestionamiento se plantea la siguiente hipótesis:

Si bien, desde el contexto urbano-ambiental se han propuesto alternativas al desarrollo tradicionalista económico con la finalidad de lograr mejores condiciones de vida de la sociedad, éstas en forma de teorías o enfoques, en su etapa inicial abordaban la problemática de la ciudad de manera aislada; sin embargo, con el paso del tiempo la imperante necesidad de buscar soluciones propias que atañen a la complejidad de los espacios urbanos, dio origen al desarrollo sustentable como un paradigma viable para favorecer la convivencia entre el medio ambiente y la sociedad.

La incorporación de la *sustentabilidad* al campo de estudio de la ciudad está caracterizada por considerar elementos integrados como es lo social, ambiental y económico principalmente, lo que remite de manera inmediata al apoyo de conocimiento de diferentes disciplinas, entre los que se puede mencionar a manera de ejemplo: la ecología, la economía, la sociología, el urbanismo, el derecho, entre otros; es decir, implica estudios de corte trans e interdisciplinar bajo un esquema holístico.

La medición de la sustentabilidad requiere de la elaboración de indicadores que se obtienen a partir de información simple (valores), que en su conjunto definen parámetros para observar la evolución de sustentabilidad en una ciudad.

Como se mencionó anteriormente, las dificultades de conceptualizar la sustentabilidad partes de dos niveles: de corte teórico y metodológico; de ahí que la presente investigación considera la *siguiente **hipótesis*** para aproximarnos a una medida de la sustentabilidad:

El Índice de Sustentabilidad Urbana permitirá integrar una serie de indicadores simples relacionando las dimensiones económica, social y ambiental para medir y evaluar la sustentabilidad en Zona Metropolitana de Toluca.

Objetivo general

Evaluar la sustentabilidad urbana y ambiental en la Zona Metropolitana de Toluca, México, a través de un sistema de indicadores para coadyuvar en la mejor toma de decisiones en las políticas públicas.

El índice o indicador integrado va a permitir evaluar el grado de sustentabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental en un caso empírico para la zona metropolitana en el año 2020, complementario a ello, el estudio también va a permitir operativizar el concepto de sustentabilidad urbana.

Objetivos específicos

1. Identificar los diferentes enfoques y teorías para determinar el soporte del desarrollo sustentable urbano y ambiental, así como los criterios de indicadores.
2. Analizar casos de estudio sobre indicadores de sustentabilidad para determinar los métodos y técnicas apropiados para su aplicación en la Zona Metropolitana de Toluca
3. Proponer un índice de sustentabilidad urbana para aplicarlo al caso de estudio de la Zona Metropolitana de Toluca.
4. Caracterizar la Zona Metropolitana de Toluca para identificar sus principales aspectos socioeconómicos y territoriales
5. Aplicar el indicador integrado al caso de estudio para evaluar el grado de la sustentabilidad urbana en la zona de estudio.

En correspondencia con los objetivos específicos, el trabajo se divide en cinco capítulos:

En el primer capítulo, denominado marco teórico-conceptual del desarrollo sustentable, se describe el origen y evolución del término del desarrollo sustentable y su relación con otros conceptos, así como su contextualización en el ámbito urbano; además se exponen las principales teorías y enfoques presentadas por diversos autores importantes.

El segundo capítulo, llamado métodos y técnicas para la generación de indicadores de sustentabilidad urbana, hace referencia a la definición, criterios, clasificación y medición de los indicadores que se han empleado en trabajos empíricos a nivel internacional, por otra parte, se describen los principales métodos y técnicas utilizadas en la elaboración de índices para evaluar la sustentabilidad mediante un indicador integrado.

En el tercer apartado, denominado metodología para construcción del modelo de medición del índice integrado de sustentabilidad urbana, se expone el desarrollo de la construcción de un índice integrado para evaluar la sustentabilidad urbana y la calidad de vida, en este caso empírico se aplica el método de Construcción Ponderada Múltiple.

El cuarto capítulo, trata sobre la descripción de las principales características socioeconómicas y territoriales de la Zona Metropolitana de Toluca, considerando aspectos relevantes respecto a las actividades de los habitantes que influyen sobre el contexto urbano.

En el quinto y último capítulo se lleva a cabo la aplicación empírica modelo propuesto, utilizando el del promedio ponderado múltiple para evaluar la sustentabilidad en la Zona Metropolitana de Toluca con indicadore integrado y la interpretación de resultados.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

El presente capítulo tiene como objetivo identificar los diferentes enfoques y teorías para determinar el soporte del desarrollo sustentable urbano y ambiental, en ese sentido se deben analizar los principales principios y criterios de indicadores para definir las dimensiones e indicadores de sustentabilidad urbana y ambiental.

La idea es exponer los elementos teóricos sobre el conocimiento y origen del desarrollo sustentable, para ello es conveniente hacer una aclaración inicial entre crecimiento y desarrollo, conceptos que generalmente tienden a la confusión al utilizarse de manera errónea como sinónimos en campos de estudio, ajenos a la ciencia económica, señalamiento clave para entender el desarrollo sustentable; una vez hecha esta consideración, se retoman algunos términos asociados derivados del desarrollo

En particular, la visión del desarrollo humano rebasa la idea economicista al incorporar algunos elementos de carácter cualitativo, y es precisamente en ese sentido que también el desarrollo sustentable tiene soporte; en ese tenor, también se describe los enfoques de este. Bajo estas consideraciones, en los últimos puntos del apartado se contextualiza la definición del desarrollo sustentable y sus principales características al ámbito urbano; finalmente se habla del término insustentabilidad urbana debido a que es importante precisar que para hablar y lograr la sustentabilidad se parte del hecho de que existe desequilibrio en el ecosistema urbano.

1.1. Crecimiento y Desarrollo

El interés tradicional que se ha tenido sobre la medición del desarrollo y la definición de los factores condicionantes del crecimiento ha dado origen a una serie de discusiones en el ámbito de las ciencias sociales y, particularmente, de la economía; sin embargo, en las últimas décadas se han involucrado paulatinamente otras áreas del conocimiento, de acuerdo con la complejidad del tema a tratar.

Para explicar los factores mencionados, las propuestas abordadas por diversas teorías o corrientes del pensamiento económico no han sido aceptadas de manera convincente, o en el mejor de los casos se consideran bajo ciertas reservas, debido a que los modelos económicos no contemplan los aspectos físicos del planeta desde la perspectiva global y local. La importancia de observar el comportamiento de estos aspectos físicos radica en los efectos (externalidades) que derivan de las actividades desarrolladas por la sociedad para satisfacer sus necesidades (Azqueta, 1994), entre los que destacan: aceleramiento del cambio climático, agotamiento de la capacidad de carga y de regeneración de los ecosistemas o de su diversidad.

De igual forma, fenómenos endémicos como la pobreza, el subdesarrollo en sus distintas características, endeudamiento, externo, entre otros, siguen ampliando la brecha entre los países denominados del primer y tercer mundo y, aunado a esto, la degradación ambiental. Por otra parte, cada uno de estos tipos de países tiene características propias en cuanto a problemas económicos se refiere como son: calidad de vida, niveles de paro y subempleo, bolsas de pobreza, hiperconsumo, etcétera (Castro, 2004).

Por lo anterior, ha resurgido la preocupación por el medio natural, la biodiversidad y el equilibrio ecológico a nivel global, buscando formas de urbanización, producción y consumo, entre otros, que aseguren el mantenimiento del bienestar para las generaciones futuras, de esto trata precisamente el Paradigma de la Sustentabilidad, el cual promueve nuevas perspectivas de análisis dentro de las disciplinas sociales, integrándolas junto a las llamadas ciencias de la tierra.

Los factores que se manifiestan de manera negativa en el medio ambiente, como se describió anteriormente, no son incluidos de manera eficiente dentro de las medidas tradicionales de desarrollo, como por ejemplo el PIB, que consideran el crecimiento económico como el principal componente del desarrollo e incluso del bienestar, sin referencia alguna a la calidad del modelo seguido en términos distributivos, ecológicos o intertemporales. Desde el punto de vista de la Economía Ecológica se manifiesta que las medidas agregadas tienen importantes huecos por cubrir, dando prioridad a los valores monetarios y al mercado como institución para asignar recursos y dejando en último plano el capital ambiental y su amortización, junto a otras percepciones subjetivas relacionadas con el concepto integrador de la calidad de vida.

El interés por el desarrollo de los países surge al concluir la II Segunda Guerra Mundial, condicionado por el entorno geopolítico y las experiencias económicas recientes en ese momento. El entorno geopolítico estaba determinado por la descolonización y algunas evidencias recientes de éxito que iban desde la planeación centralizada soviética con su industrialización hasta los buenos resultados obtenidos por la implementación del Plan Marshall, así como la planeación económica del Reino Unido durante la guerra.

El optimismo de promover el desarrollo en las nuevas naciones independientes y en otras regiones consideradas atrasadas económicamente era muy alto; para lograr esto, se proponía el crecimiento económico -acumulación de capital y trabajo- para resolver problemas de pobreza. El principal instrumento para promover el desarrollo consistía en el establecimiento de la cooperación, cuyos ejes eran la cooperación técnica y la transferencia de capital, de igual manera como ocurrió con el Plan Marshall aplicado en Europa.

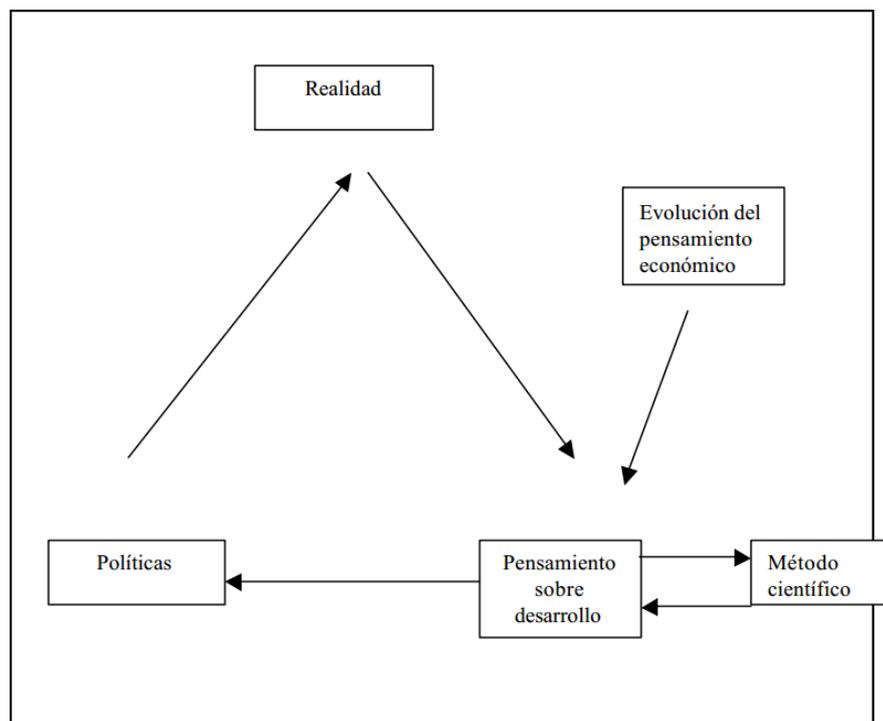
Sin embargo, en poco tiempo quedó comprobado que con el mero crecimiento no era suficiente, dado que se excluyeron algunos elementos importantes, como la

equidad de distribución del ingreso, factores institucionales y políticos, cambios estructurales de la economía (transición de una actividad económica primaria a otras más productivas, sobre todo a la industria y servicios); a pesar de ello, el crecimiento económico sigue siendo un principal componente del desarrollo.

Generalizando, se puede afirmar que el desarrollo, además de la connotación económica, tiene relación con el ámbito político y social, dado que es un proceso que abarca crecimiento económico y modernización económica y social, consistente ésta en el cambio estructural de la economía y las instituciones (económicas, políticas, sociales y culturales) vigentes en el seno de una sociedad, cuyo resultado último es la consecución de un mayor nivel de desarrollo humano y una ampliación de la capacidad y la libertad (Girardert, 1994).

La evolución del pensamiento sobre el desarrollo económico puede entenderse como una interacción de varios elementos como se señala en el modelo propuesto por Escribano (2010): en primer lugar, la realidad suele marcar las prioridades de los programas de investigación; en segundo término aparecen las teorías que se plasman en políticas económicas cuyos resultados inciden en la realidad y cambian las prioridades de estudio; el tercero se puede relacionar con la influencia que tiene el pensamiento económico general sobre el desarrollo; finalmente, el cuarto elemento se refiere a la aplicación del método científico y su contrastación empírica de las distintas teorías y sustituyendo unas por otras en función de su poder explicativo (figura 1).

Figura 1. Evolución del pensamiento sobre el desarrollo económico



Fuente: Escribano (2010)

A partir de esta evolución del pensamiento, aparecen aportaciones de otros enfoques a finales del siglo pasado.

1.2. Desarrollo humano, el enfoque de las capacidades, capital social y la acumulación de capital

Los enfoques encuadrados de Sen (1999), retomados por Escribano (2010), bajo la denominación de 'con un poco de ayuda de tus amigos' tienden a presentar el desarrollo como un proceso más amigable, que no requieren en tanto medida el sacrificio de las actuales generaciones en beneficio de generaciones futuras.

Se puede incluir aquí el concepto de Desarrollo Humano, el enfoque de las capacidades, el desarrollo sostenible (o sustentable, para no caer en anglicismos) y el desarrollo participativo; conceptos que, agrupados, dan origen al llamado Desarrollo Alternativo.

a) Desarrollo humano

Si bien, al principio el Desarrollo Alternativo se oponía a las corrientes convencionales del pensamiento sobre desarrollo, con el paso del tiempo se fue integrando en la práctica a organismos internacionales y sobre todo de las agencias de las Naciones Unidas, ONG's y el Banco Mundial; de ahí que en la actualidad difícilmente se le puede considerar como alternativa, en la medida en que son ampliamente aceptadas por la comunidad del desarrollo; sin embargo, carecen de la consistencia teórica de las escuelas precedentes y su ámbito es la aplicación práctica sobre el terreno de un nuevo tipo de cooperación al desarrollo, más descentralizada, que desconfía del Estado como agente del progreso y prefiere centrarse en las personas, en muchos casos a nivel local.

Si bien, el economista Chenery (1996) a finales de los 70 destacó la importancia de los aspectos humanos del desarrollo; el también economista Mahbuh UI Haq (1992) introdujo el concepto de Desarrollo Humano, el cual no rompía con los enfoques precedentes, dado que sigue considerando necesario el crecimiento económico, e incluso adoptar procesos de ajuste para preservarlo, pero más como un medio para alcanzar elevados niveles de desarrollo humano que como fin en sí mismo. Para esta corriente, el crecimiento expande las oportunidades, pero el crecimiento económico se valora en la medida en que contribuye a un mayor desarrollo humano y es preciso adoptar políticas que mantengan una pauta de crecimiento favorable al desarrollo humano (Calderón, 2008).

Si se agrega la dimensión social y política a las necesidades básicas da como resultado el enfoque de las capacidades de Sen (1998), para este autor, debe entenderse como la ampliación de las capacidades de las personas tanto a nivel económico como cultural, social o político, en ese mismo sentido, el desarrollo debe entenderse como la libertad (o la capacidad) para elegir el tipo de vida que cada

persona quiere llevar.

b) Capital social

En lo que se refiere al concepto de *capital social*, se puede mencionar que es relativamente nuevo dentro de la literatura económica, aunque sociólogos y políticos ya venían trabajando con él hace algunas décadas. El término es empleado por Putnam (1994) derivado de un importante estudio sobre los motivos que explican el buen comportamiento económico del norte de Italia frente a una Italia meridional más atrasada; este trabajo concluye que la existencia de elevados niveles de confianza entre los agentes sociales es resultado del elevado nivel de capital social en una sociedad.

A finales de los años ochenta del siglo pasado toma importancia el desarrollo sustentable como complemento del desarrollo humano, (CMMAD, 1990), referido en un principio a otro tipo de capital natural, es decir, el conjunto de recursos naturales disponibles en el planeta: minerales, bosques, biodiversidad, aire fresco, agua limpia, paisajes, etc. El concepto deriva del denominado 'crecimiento sustentable' empleado por la Comisión Brundtland, para caracterizar al crecimiento económico compatible con la preservación del medio ambiente (considera que la preservación del medio ambiente es un caso de equidad intergeneracional).

En el mundo de la posguerra hubo variadas experiencias de desarrollo, entre las que se pueden mencionar: el crecimiento económico sin precedentes de Europa y Norteamérica; creación del Estado de bienestar; el crecimiento de Asia Oriental con un notable desarrollo social y equidad relativa; rápida transformación de la economía china mediante el recurso del comercio y los mercados; agudización de hambrunas en algunas regiones; eliminación de la dependencia alimenticia de muchos países del Tercer Mundo, extraordinario aumento del comercio internacional, entre otras.

c) Acumulación de capital

La primacía del concepto de acumulación de capital ha sido una característica permanente del pensamiento económico de posguerra; las trayectorias de crecimiento óptimo a menudo implicaban limitar los niveles de bienestar a corto plazo para obtener mayores beneficios en el futuro, aun así, esta teoría de la explosión de la acumulación adolece de ciertos defectos relacionados principalmente con el relativo desinterés hacia el bienestar y la calidad de vida presente y del futuro inmediato.

En otro punto, la trascendencia de los recursos humanos (y el papel del capital humano) transforma necesariamente la naturaleza del problema de las compensaciones intertemporales del bienestar; cuando se parte de un modelo que predica la división de la producción nacional en consumo e inversión, de acuerdo

con esta fórmula, el bienestar se define con base en el consumo, mientras que el crecimiento con base en la inversión aparece el conflicto clásico entre bienestar y futuro. Por otra parte, algunos de los efectos del consumo social, incluidos la educación y la atención en salud van más allá de la productividad económica y del bienestar inmediato.

La teoría y la práctica del desarrollo moderno han evolucionado de manera importante desde la posguerra; su preocupación está centrada en la economía clásica y trata de explicar por qué algunos países siguen siendo pobres y qué factores explican las diferencias tan marcadas de renta que se observan hasta la actualidad entre las regiones y países; así mismo se centra en factores estructurales de largo plazo más que factores de tipo coyuntural. De esto ha resultado que en el estudio del desarrollo a largo plazo se han incorporado progresivamente aproximaciones teóricas que han aumentado su complejidad e interdisciplinariedad.

La crítica a la visión clásica utilitarista ha dado un giro con la aparición de la aproximación basada en las capacidades (Sen, 1993); esto implica comprender el desarrollo no exclusivamente determinado por crecimiento del PIB por habitante, sino que se deben incorporar otras dimensiones como la salud y la educación, así como la calidad de vida o el bienestar de las personas. Esta visión más amplia ha llevado a la construcción de nuevos indicadores que integren las diferentes dimensiones comprendidas en el desarrollo y a reconsiderar cuáles son los determinantes fundamentales del desarrollo a largo plazo.

La teoría neoclásica, que considera la acumulación de capital como el factor determinante del crecimiento, ha cambiado progresivamente su enfoque a uno más centrado en la importancia de los incentivos que explican dicha acumulación de capital. Esta idea tomó sentido con Solow (1976), autor que demostró que el principal motor del crecimiento se encuentra en la tecnología o la productividad total de los factores más que en la cantidad de ellos.

Poco tiempo después, la Nueva Teoría del Crecimiento analizó la adaptación de la tecnología y enfatizó la importancia del marco de incentivos, definido por los actores políticos, sociales y económicos; y más recientemente en la década de los años setenta del siglo pasado, el nuevo institucionalismo económico puso de manifiesto la importancia de los incentivos y las restricciones para la adopción tecnológica y la creación del capital humano y físico, lo que ha tenido importantes lecciones prácticas para el desarrollo. Es posible afirmar que la evolución teórica se ha visto reflejada en las políticas de desarrollo llevadas a cabo por los organismos internacionales y la cooperación bilateral.

1.3. El desarrollo sustentable

Las primeras alusiones al término desarrollo sustentable inician con su definición

incluida en el año 1987 en el informe final de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD), de las Naciones Unidas, conocido como Nuestro Futuro Común. A partir de ahí se ha generalizado la definición: es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (CMMAD, 1988).

La definición integra tres elementos importantes: la cobertura de necesidades básicas en la presente generación, la capacidad de los sistemas naturales para lograrlo y la cobertura de las necesidades futuras (El Serafy, 1994); sin embargo, el informe parte de que el desarrollo sustentable sólo puede entenderse como proceso, y que sus restricciones más importantes tienen relación con la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y el marco institucional. Además, resaltaba la modificación de patrones de consumo sobre todo en los países desarrollados para mantener los recursos base, en particular los agrícolas, energéticos, bióticos, minerales aire y agua. La estrategia importante manifestó una reorientación tecnológica sobre todo para atenuar el impacto sobre recursos y controlar los riesgos ambientales (Carabias y Provencio, 1992).

Aun cuando pueda parecer un concepto con cierta ambigüedad e imprecisión, para algunos autores como Jacobs (1995), el significado debe contener tres elementos:

1. La inclusión de las consideraciones ambientales en la determinación de la política económica.
2. El desarrollo sustentable incorpora un compromiso ineludible con la equidad, no sólo en la creación de la riqueza sino en la equidad internacional respecto a la conservación de los recursos.
3. El último elemento es considerar que el concepto proviene de la palabra desarrollo, es decir, que la sustentabilidad incorpora una noción de bienestar económico que reconoce componentes no financieros, calidad de vida, salud, culturales, entre otros.

Con respecto a la operacionalización del concepto de desarrollo sustentable, este depende de la capacidad de integrar los puntos de vista de tres disciplinas (Serageldin, 1994):

1. La de los economistas, en lo que concierne a los métodos para maximizar el bienestar dentro de las restricciones impuestas por el capital existente y por la tecnología.
2. La ecología, ante la necesidad de integrar el subsistema ecológico visto como crítico para el conjunto de la estabilidad del ecosistema global.
3. La de los sociólogos, que hacen referencia importante a los factores humanos, especialmente los patrones de la organización social, para encontrar soluciones viables y alcanzar el desarrollo sustentable.

Otra consideración importante en cuanto al concepto del desarrollo sustentable es que nace de un proceso histórico en que la sociedad y los políticos tomaron conciencia de que algo falló en la operatividad del modelo económico. Lograr crecimiento económico sostenido en un marco de recursos finitos es una utopía prácticamente imposible de alcanzar. Desde de la década de los noventa (del siglo pasado), el discurso ha sido bajo un argumento permanente en el debate político internacional para justificar el imperativo económico sobre el ambiental, contando con ello el respaldo de un importante sector de la academia (Bustillo-García y Martínez-Dávila, 2008).

1.3.1. Desarrollo sustentable como término polisémico

Muchas son las definiciones existentes para los términos sinónimos *desarrollo sostenible, sostenibilidad o sustentabilidad*. No obstante, la más difundida es la enunciada en el Informe Brundtland (PNUMA/UNEP, 1987): el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas. Sin embargo, este enunciado está formulado con demasiada ambigüedad, lo cual por otra parte justifica su gran aceptación y uso en documentos de muy diversa índole. El uso de la definición de sustentabilidad del Informe Brundtland centrada en el aspecto de equidad intergeneracional plantea importantes problemas metodológicos que obligan a la definición a priori de los siguientes hechos: el horizonte temporal, las preferencias de las generaciones futuras, las necesidades básicas a satisfacer, y la coherencia interna de sostener un desarrollo que actualmente no es equitativo entre las naciones (Page, 1991)

Gran número de autores, al margen de los trabajos de Georgescu-Roegen¹ entre otros, consideran que la mera conjugación de las palabras “desarrollo” y “sustentable” supone un mero supuesto, argumentando que el crecimiento por definición no puede sostenerse dada la irreversibilidad de determinados procesos de degradación y escasez generados.

En primer lugar, se debe destacar que se trata de un término asimilado de la Ecología. Según esta disciplina, la sustentabilidad alude a una condición que se puede mantener indefinidamente sin disminuciones progresivas de la calidad (Holdren, 1995). Un ecosistema sustentable es aquel que mantiene la integridad del sistema. Enlazando esta perspectiva con la referida al desarrollo económico, la sustentabilidad implica el mantenimiento de la capacidad de los ecosistemas naturales para mantener la población humana en el largo plazo. Constanza y Patten (1995) escogen la definición más simple: un sistema sustentable es aquel que sobrevive y persiste.

Otras características definitorias que suponen importantes dificultades a la hora de su cuantificación son:

- La variabilidad, en función al contexto territorial en que se estudia la sustentabilidad adquiere connotaciones distintas y en muchos casos antagónicas (Shearman, 1990).
- La naturaleza dinámica, derivada de la evolución de los sistemas físicos y socioeconómicos.

En la ciencia económica se plasma de igual manera la heterogeneidad en la interpretación y modelización del desarrollo sustentable. Se puede afirmar que la primera formulación operativa en este ámbito está definida sobre el bienestar en función de utilidad social.

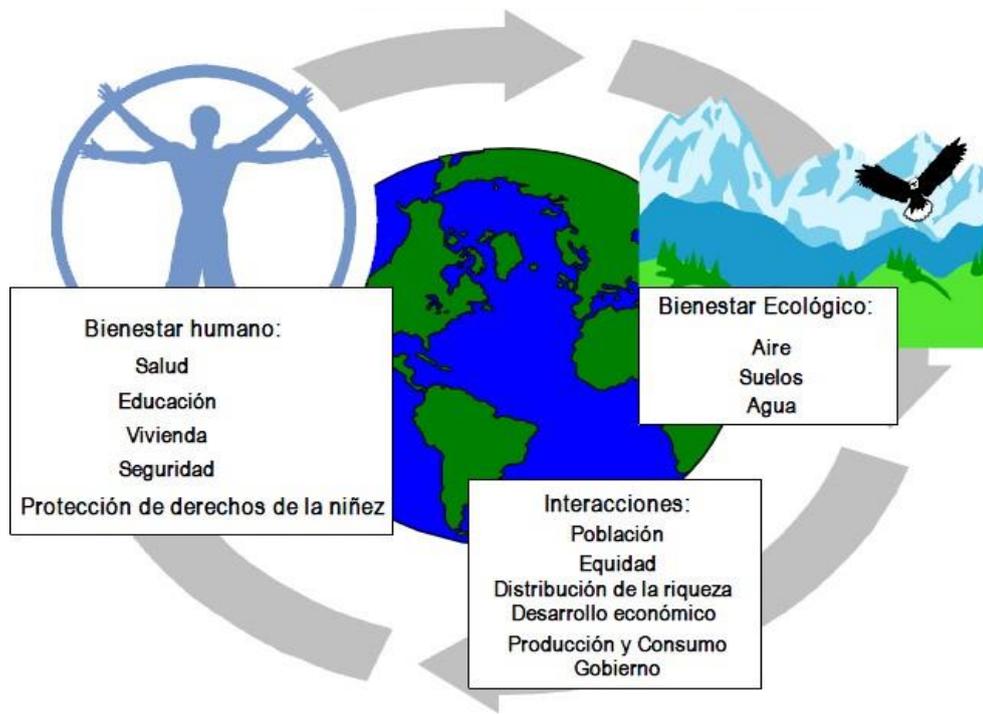
En ese sentido Solow (1993) enuncia la sustentabilidad como una obligación para comprometernos de manera que dejemos al futuro una opción de capacidad de estar tan acomodados como nosotros estamos.

Por su parte, Goodland y Ledec (1987:20) aluden al desarrollo como una pauta de transformaciones estructurales, económicas y sociales que optimizan los beneficios disponibles en el presente sin perjudicar el potencial para beneficios similares en el futuro. Con el mismo interés intertemporal, Tietenberg (2012) sugiere que la sustentabilidad significa que las generaciones futuras estén al menos tan bien como las generaciones actuales. Repetto (1994:15) se refiere al concepto como una estrategia de desarrollo que gestione todos los bienes, recursos naturales y recursos humanos, así como financieros y físicos, para incrementar el bienestar a largo plazo.

Frente a la ambigüedad del concepto, la mayoría de los autores desglosan el término en varios componentes, dentro de estos, destaca el esquema de los tres pilares del desarrollo sustentable propuesto por Munasinghe (1993), que distingue entre sustentabilidad medioambiental, económica y social. La primera de ellas se refiere a la conservación de los sistemas soporte de la vida (tanto fuentes de recursos, como destino o depósito de residuos); la sustentabilidad económica se refiere al mantenimiento del capital económico; la acepción social es definida como el desarrollo del capital social. Finalmente, el desarrollo sustentable es el concepto integrador de ambos, tal como lo establece el PNUMA (1987), en su modelo representa la interacción entre el bienestar humano, el bienestar ecológico y los aspectos económico (figura 2).

¹ Nicholas Georgescu-Roegen: autor de origen rumano considerado el padre de la economía ecológica moderna. Hizo críticas a la teoría neoclásica con la incorporación de las leyes de la termodinámica en la cual demuestra la invalidez del supuesto de la sustitución perfecta de los factores de la producción, lo cual es parte esencial de la sustentabilidad de la economía ecológica. Su principal obra *The Entropy Law and the Economic Process* (La ley de la entropía y el proceso económico) fue escrita en 1971.

Figura 2. Pilares de la sustentabilidad



Fuente: PNUMA(1987)

Para fines de la presente investigación se adopta esta propuesta de Munasinghe, la cual hace referencia a los tres pilares (o dimensiones) básicos de la sustentabilidad que se detallan más adelante

La definición ofrecida por Constanza (1991:8) es quizás la más difundida dentro de la disciplina que se ha venido a denominar Economía Ecológica: “sustentabilidad es aquella relación entre los sistemas económicos humanos y los sistemas ecológicos –más dinámicos pero donde los cambios son normalmente más lentos-, en la que (1) la vida humana puede continuar indefinidamente, (2) los individuos pueden prosperar , y (3) las culturas humanas pueden desarrollarse; pero en la que los efectos de las actividades humanas permanecen dentro de unos límites, de manera que no destruyan la diversidad, la complejidad y la función de los sistemas ecológicos soporte de la vida”.

Aunado a lo anterior, otros autores se centran en la base física de una economía y en la definición del capital natural. Por ejemplo, Pearce y Turner (1990) defienden que el desarrollo sustentable implica el mantenimiento a lo largo del tiempo del stock agregado de capital. Para ello, introducen herramientas del análisis económico: la teoría de los recursos no renovables y renovables, teoría de los mercados ausentes, la de impuestos ambientales, la teoría de los derechos de propiedad y la economía del desarrollo.

1.3.2. Enfoques del desarrollo sustentable

Se pueden identificar dos líneas de referente al enfoque del desarrollo sustentable. La primera desde la **economía**, la cual sometió el concepto al desarrollo económico y las políticas a principio de los años setenta del siglo XX. La segunda, emerge de la crítica **ambientalista** en corrientes diversas atravesando por diferentes etapas teniendo como punto de partida la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano en Estocolmo en el año 1972 (Carabias y Provencio, 1993).

Señaladas estas dos visiones, conviene aclarar que el enfoque del desarrollo sustentable no pretende ser ambientalista ni economicista, sino más bien, integrarlas e incorporarlas a otras dimensiones. En ese sentido, el enfoque desde el cual se explica el desarrollo sustentable se refiere al modelo mediante el cual se interpreta la realidad: el enfoque económico, el enfoque ambientalista y un enfoque derivado de la interacción sociedad-naturaleza.

a) Enfoque economicista

Este enfoque se sustenta desde el punto de vista antropocéntrico, donde la naturaleza es considerada como un instrumento en beneficio del hombre, es decir, para ser explotada y mejorar la calidad material de la vida humana. En el modelo no se considera un panorama de escasez de los recursos, y en caso de que así fuera, la tecnología hace aparición con factor para compensarla. Hwang (1998) señala que, aunque este paradigma tiene fallas, también es cierto que el incremento de la calidad de vida ha traído mejoras a la población en cuanto a higiene y salud se refiere, a pesar de que también ha generado inequidad y agotamiento de los recursos.

El desarrollo sustentable encuentra soporte en la economía neoclásica sobre todo por su relación con el crecimiento económico. Desde este punto de vista, el movimiento de los precios estimularía la conservación de los recursos debido a que en la medida que aumente el precio, el productor asumirá técnicas de conservación y la mano invisible del mercado (Adam Smith) asegurará la sustentabilidad de los recursos (Underwood y King, 1989).

De esta forma, la degradación de la naturaleza se ve como un proceso externo al mercado y las condiciones perfectas garantizarán la conservación de los recursos naturales. La investigación que soporta la economía neoclásica ha estado históricamente dirigida al diseño de modelos de simuladores de dinámicas lineales y no lineales para encontrar óptimos o puntos de equilibrio donde los costos marginales igualen a los beneficios marginales sociales.

De esta manera, la degradación de la naturaleza es vista como un proceso externo al mercado y las condiciones perfectas de éste garantizarán la conservación de los

recursos naturales. Otras orientaciones formuladas en sus planteamientos parecían ser más bien sesgadas hacia el control poblacional (Meadows, 1972) hasta otras que adoptaban como punto de partida una crítica global a la organización social y económica que proponían una reformulación general del modo de vida contemporáneo (Simonnet, 1980).

b) Enfoque ecológico

Otras disciplinas, ha proporcionado nuevas herramientas para el estudio de la sustentabilidad; para los economistas neoclásicos, la Economía Ecológica representa la alternativa debido a que considera la escasez de los recursos naturales determinada por las restricciones biofísicas del ambiente global, regidas a su vez por leyes de la termodinámica (Hwang, 1998). A su vez incorpora dimensiones ecológicas en el modelo neoclásico convencional, esta perspectiva ha sido influenciada por Georgescu-Roegen (1977), Daly (1987) Pearce (1989), Constanza (1991), entre otros. Difiere del modelo neoclásico de flujo circular de producción económica al incorporar una perspectiva entrópica para la producción y el equilibrio dinámico del ambiente. La entropía es la unidad de medida de la cantidad de energía incapaz de convertirse en trabajo.

Para Daly (1987), el mercado no puede revertir los procesos entrópicos y, por lo tanto, el modelo económico neoclásico es inapropiado para modelar el desarrollo sustentable. Además de los principios termodinámicos que limitan el crecimiento económico, se plantea la escasez de recursos, referido a límites ambientales para absorber contaminación por actividades económicas más no por la escasez relativa de recursos donde el potencial productivo presente siempre será mayor que el potencial futuro.

En ese contexto, tales restricciones biofísicas, los cambios simples de precios no pueden generar maximización del bienestar y menos encontrar puntos óptimos para las generaciones futuras; al respecto Boulding (1991) señala que el determinismo entrópico no explica la evolución jerárquica y la complejidad del potencial de los sistemas en lo social y en lo económico.

Bajo esa perspectiva, se intuye que el valor intrínseco de los recursos naturales es reconocido independientemente del uso instrumental o el valor que los seres le den. Más que un fuerte punto de vista económicamente antropocéntrico, hay un reconocimiento de la independencia entre las actividades humanas y el equilibrio dinámico de los ecosistemas donde el punto de atención principal es la conservación de los recursos y no el agotamiento de estos. La sustentabilidad de los sistemas es vista bajo este enfoque, como atributo del sistema socio-ecológico (Bustillo-García y Martínez-Dávila, 2008).

c) La discusión de los enfoques desde el sistema político

El debate sobre los enfoques no ha quedado en el terreno teórico, también ha tenido sus implicaciones en el diseño y operación de instrumentos en la política ambiental. En este sentido, Falconí (2002) hace referencia a la sustentabilidad débil y fuerte junto a sus implicaciones que a continuación se describen.

La *sustentabilidad débil* representa la concreción de los principios neoclásicos y su base fundamental es el postulado de mantener el stock de capital natural. El instrumento neoclásico por excelencia ha sido el análisis costo-beneficio, el cual tiene por objetivo alcanzar el excedente social de las decisiones públicas. Para ello se han propuesto índices como el PIB verde, el Ingreso Nacional Sustentable y el Índice de bienestar económico.

La principal crítica a la sustentabilidad débil y a sus indicadores utilizados, se centran en su medición como un obstáculo, no sólo técnico sino también conceptual para medir económicamente el capital natural, dada la complejidad de los sistemas ecológicos, muchas de sus funciones se desconocen o se subvaloran, y para otras funciones no existe un mercado.

En contraparte, la *sustentabilidad fuerte* está a favor de los economistas ecológicos. Dentro de este enfoque el capital económico y el capital natural no son sustitutivos sino complementarios, dado que el capital natural provee funciones que no pueden ser reemplazadas por el capital económico, la condición previa para la sustentabilidad es la de mantener las funciones ambientales lo cual significa conservar la capacidad de los procesos naturales y sus componentes para proporcionar bienes y servicios ambientales que puedan ser identificados como stock o flujos de capacidad de carga, los cuales son proporcionados por las diferentes formas de capital natural (Ramírez y Sánchez, 2009) .

Por otra parte, la desmaterialización se ha constituido como uno de los principios fundamentales de la sustentabilidad fuerte, partidarios de ella se encuentra el Banco Mundial, en su informe sobre el Desarrollo Mundial (1992), se argumenta que en el ámbito conceptual y empírico existe una tendencia descendente tanto relativa como absoluta en el uso de materiales y energía a medida que las economías crecen.

A pesar de ello el desarrollo sustentable sigue siendo un enigma. Los tomadores de decisiones en el ámbito político en sus diferentes niveles no pueden operar bajo esquemas sustentables porque los fundamentos de este entran en contradicción con el mantenimiento o crecimiento del PIB y por consecuencia con los niveles de ingreso y consumo.

Conforme a estos tres enfoques, se considera que los más apropiados para nuestro objeto de estudio es el economicista, debido a que contempla elementos importantes para la conservación de los recursos naturales, la disminución de los efectos de las actividades económicas, y mejorar la calidad vida, entre ellos se puede mencionar:

- Cambios en el modelo de producción, el cual implicaría optimizar los recursos que contribuiría a moderar su explotación (una sobre explotación de los recursos genera escasez de ellos y en consecuencia un incremento de precios, situación no deseable en toda economía).
- La incorporación de la tecnología en los procesos de modelo, favorecen mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Estos elementos en conjunto permitirían asegurar un mayor grado de sustentabilidad para una región.

1.3.3. Dimensiones del desarrollo sustentable

Dado que los subsistemas presentan características dinámicas propias, en sus complejidades y en su interacción con los otros sistemas, a continuación, se presentan dichas características e interacciones de las dimensiones, ecológicas, económicas y sociales.

a) Dimensión ecológica (ambiental)

El ecosistema es al mismo tiempo el hábitat que permite la existencia humana, la objetividad del mundo y la condición se complementan mutuamente, lo que significa que la vida humana es imposible sin su base material. En ese sentido Arendt (1993) afirma que la tierra es la quintaesencia de la condición humana y su naturaleza puede ser singular en el universo, la única capaz de ofrecer a los seres humanos un hábitat en el cual ellos puedan moverse y respirar sin esfuerzo y sacrificio.

La Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972) definió el medio ambiente como el sistema físico y biológico global en que viven el ser humano y otros organismos, constituyendo así un todo complejo, con diversos componentes que interactúan en su interior. Bajo esa idea, también se considera al ser humano como parte integrante del medio ambiente, sin embargo, metodológicamente se establece la separación ser humano y naturaleza.

Considerando que la naturaleza sirve como fuente de insumos al sistema económico, con ese hecho de producir y retirar recursos naturales, se generan residuos, basura y desechos, entre otros. Este proceso, aunado a otras actividades humanas, afecta el equilibrio ecológico de manera negativa. De acuerdo con Magrini (1990), esos impactos ambientales pueden ser clasificados en

seis tipos:

1. Directos: alteración de determinado aspecto ambiental por la acción directa del ser humano.
2. Indirectos: como consecuencia de un impacto indirecto de corto plazo.
3. De corto plazo: cuando ocurren inmediatamente después de la acción, desapareciendo o no enseguida.
4. De largo plazo: suceden después de cierto tiempo de realización de la acción.
5. Acumulativos y sinérgicos: consideran la suma de los efectos sobre el medio ambiente.
6. Reversibles e irreversibles.

Con el fin de evitar el deterioro de la capacidad de asimilación de los ecosistemas y de la capacidad de regeneración de los recursos naturales con tasas compatibles con el desgaste impuesto por las actividades económicas, es necesario realizar una profunda revisión del tipo de relación que se mantiene con la naturaleza. Gomes (1979) resalta tres formas de comportamiento de la calidad constante del ambiente:

- a) Se reduce cuando las técnicas de producción se hacen más productoras de desechos o cuando disminuye el reaprovechamiento de esos desechos.
- b) Se eleva cuando crece la tasa de auto-regeneración del ambiente, a su vez dependiente del tipo de desechos recibidos.
- c) Aumenta con el crecimiento del nivel de deterioro del ambiente que la comunidad juzga más aceptable.

En las relaciones sistémicas establecidas entre el ecosistema y el sistema social esto se puede corroborar en mayor medida en los países subdesarrollados. Fonte (1994) afirma que la degradación del medio ambiente es causada con frecuencia por la pobreza, esto porque el pobre no tiene otra opción que no sea la explotación de los recursos naturales para su sobrevivencia a corto plazo. Son justamente los individuos de países pobres los que sufren en mayor medida y más rápidamente las consecuencias de esa degradación. Los mayores problemas relacionados con esto se originan precisamente en la ausencia de desarrollo.

b) Dimensión económica

Establecer como meta la consecución del desarrollo de una sociedad tradicionalmente está asociado al proceso de aumentar la capacidad de producir riquezas (Gaona, 2006), en este contexto, los seres humanos se transforman en medios y fines de sí mismos, y hace posible la diferenciación de las naciones desarrolladas -aquellas que ya lograron altos índices de producción y consumo- y las subdesarrolladas -aquellas que todavía no lograron índices satisfactorios de producción y de consumo para todos sus habitantes-.

Cuando la discusión se encamina de acuerdo con las formas que el crecimiento económico establece sobre el uso de los recursos naturales, identificándolo necesariamente contradictorio con la preservación ambiental, se pasa a cuestionar la posibilidad de construcción de nuevos modelos, capaces de compatibilizar el crecimiento de la producción con la preservación/conservación del medio ambiente (Frey y Yaneske, 2007). La eficiencia económica no sólo debe ser contextualizada como el medio y el fin del desarrollo, sino sobre todo la eficacia de la producción, encaminada a resolver las necesidades humanas, de forma globalizante y capaz de reproducirse en el futuro, con el fin de que las generaciones siguientes puedan también usufructuar esa prerrogativa.

De esta manera, la economía puede conceptualizarse como una actividad humana que procura satisfacer necesidades, remite a relaciones que los seres humanos establecen entre sí con la naturaleza, para la producción de utilidades. En este sentido, se pueden señalar los siguientes elementos principales del proceso sistémico de las actividades de producción (IICA, 1996):

- El trabajo representa la acción que incorpora fuerza (energía) a la naturaleza para producir cosas útiles.
- Los instrumentos de producción, concebidos como fruto del trabajo humano y mediador entre las personas que trabajan y la naturaleza, en cuanto a tecnología, y el resultado de relaciones sociales de producción, en cuanto a capital.
- La naturaleza a la cual el ser humano incorpora trabajo para la obtención de sus utilidades, entendida como capital natural.

c) Dimensión social

Al conceptualizarse el sistema social como espacio específico en el cual los seres humanos en sus interacciones producen y reproducen la vida, éste es quizá el sistema que más difícilmente permite, por su complejidad, cortes metodológicos que viabilicen un análisis simplificado.

En el ecosistema (espacio natural) la población crece o disminuye, se desenvuelve o se desarrolla biológica y psíquicamente, de acuerdo con la forma como se asegura a cada uno el acceso a la consecución de necesidades, tanto naturales como socialmente producidas; esto remite a los análisis cualitativos y cuantitativos de lo que se denomina calidad de vida a través de indicadores tales como esperanza de vida, natalidad y mortalidad, salud, morbilidad, distribución de ingreso, movilidad social, acceso a la información, índices de escolaridad, entre otros.

d) Interacción entre las dimensiones

Para efectos de la presente investigación, se parte del análisis de la dimensión

social como base de todo proceso, la integración de las otras dimensiones converge hacia una dirección, la calidad de vida, que expresa el contenido del desarrollo sustentable, éste último es la pretensión de la investigación con inclusión de indicadores.

A partir del sistema social como punto inicial de todo proceso de urbanización, se considera que la población expresa una estructura a la cual se establecen formas de organización de los actores definiendo necesidades y demandas. Estas necesidades pueden ser atendidas por la oferta de bienes y servicios, producidas en el sistema económico por la energía humana a través del uso de los recursos suministrados por el medio ambiente.

El sistema ecológico expresa los ecosistemas en interacción con el económico por medio de tres componentes (IICA, 1996):

1. La disponibilidad de recursos naturales representa las características específicas de los ecosistemas en que se implantan las poblaciones y las actividades productivas; dispone de condiciones concretas y diferenciadas que establecen los límites y potencialidades de la dinámica económica.
2. La presión ambiental, resultante de la base productiva con determinadas condiciones tecnológicas, altera esta disponibilidad de recursos; puede llevar a un deterioro de los recursos renovables y al agotamiento de los no renovables
3. De la relación entre los ecosistemas y la presión ambiental surge el nivel de conservación del medio ambiente que, a su vez, se refleja en la disponibilidad de recursos naturales.

Por otra parte, la inversión ambiental puede influir positivamente los procesos de degradación ambiental, reduciendo los efectos negativos de la presión ambiental, favoreciendo la conservación y, en consecuencia, la disponibilidad de los recursos. De este proceso combinado resulta la calidad ambiental de cada espacio.

1.4. El fenómeno urbano y la sustentabilidad

El denominado fenómeno urbano hace referencia a la explosión demográfica experimentada en el medio urbano a lo largo del siglo XX. Sin lugar a duda, este hecho y aunado con el papel que juega la ciudad en su relación con el medio natural, configura el centro del debate en torno a la sustentabilidad local. Dado que el impacto de las ciudades sobre el medio ambiente domina de forma creciente el debate sobre la sustentabilidad (Alberti y Susskind, 1996), para implementar una política eficaz hacia la sustentabilidad es necesario referirse a una política de desarrollo sustentable urbano.

El principal argumento a favor de la ciudad es que desde su origen ha sido concebido como punto detonante del desarrollo humano, sin embargo, en la

actualidad es posible observar diversos factores que indican la necesidad de una reconsideración de la cuestión ambiental, dado que la actividad humana ya ha sobrepasado diferentes umbrales en cuanto a la utilización de recursos naturales y la generación de contaminantes y residuos.

Constanza (1999) resume en cinco las evidencias de haber llegado a los límites físicos: la excesiva apropiación humana de la biomasa, el aceleramiento del cambio climático, la expansión del agujero de ozono, la degradación de los suelos y la pérdida de biodiversidad. De igual forma, algunos organismos a nivel internacional (PNUMA, Banco Mundial, OCDE, entre otros), tienen un amplio criterio a la hora de identificar cuáles son estos signos de insustentabilidad, entre los más importantes se pueden mencionar:

- a) El aumento demográfico y el consumo de recursos.
- b) La pobreza, el acceso a los alimentos y al agua potable.
- c) El agotamiento de los recursos y la pérdida de biodiversidad.
- d) La contaminación ambiental.
- e) La aceleración del cambio climático global.
- f) La ampliación de la brecha de desarrollo entre el primer mundo y el tercer mundo.

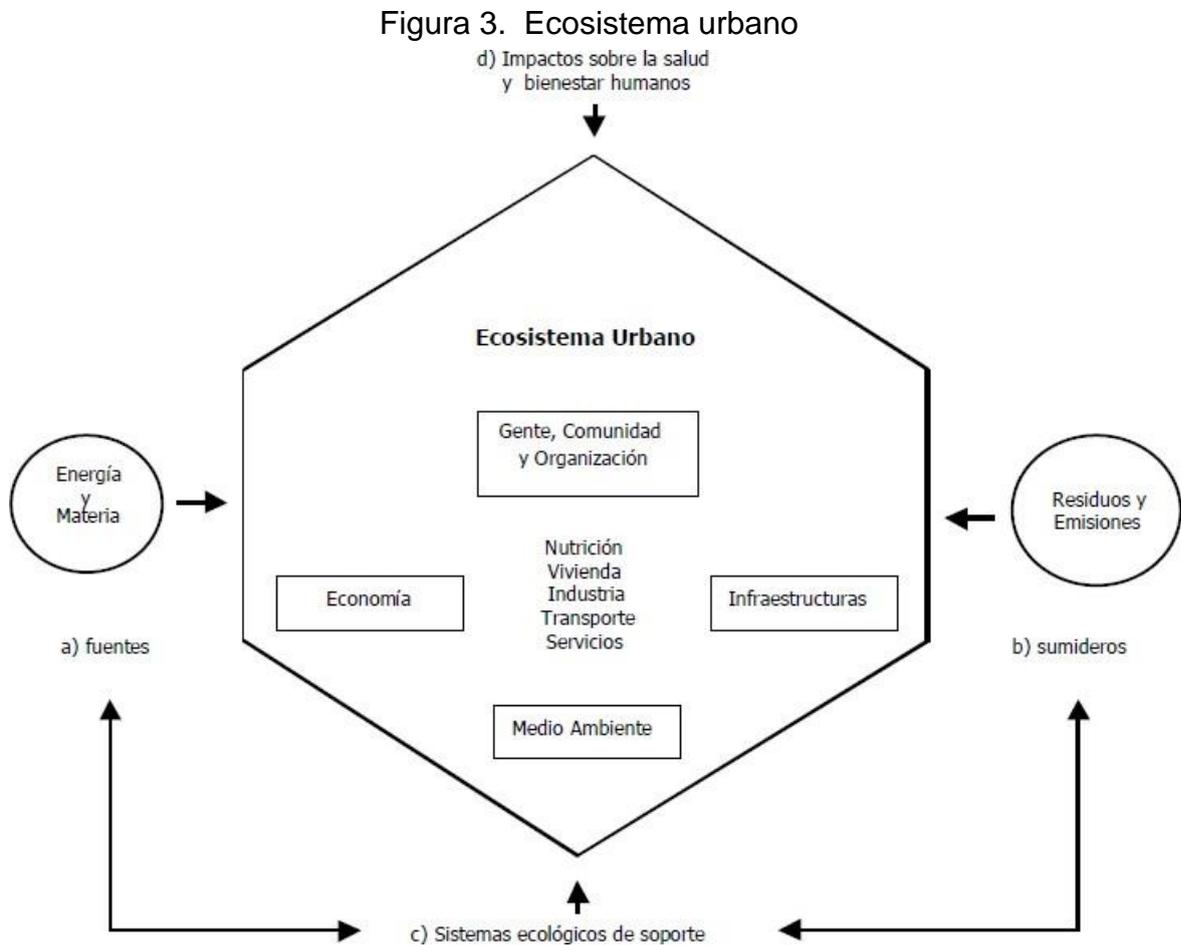
Se puede afirmar que el desarrollo urbano e industrial comparten cierto grado de responsabilidad en estos desequilibrios globales, dado que se configuran como los centros de decisión y consumo a escala mundial, así como los principales puntos emisores de residuos y contaminantes. En su relación con el medio natural, las ciudades modifican marcadamente el entorno incluso no cercano, transformando los ciclos biológicos y naturales con los consecuentes desequilibrios a medio y largo plazo en muchos casos irreversibles, recordando que la periferia es el lugar que aloja la industria contaminante, la cual produce normalmente para el mercado urbano (Castro, 2004).

1.5. El ecosistema urbano

El concepto básico de la Ecología es el de ecosistema, definido inicialmente Tansley (1935) como la comunidad de elementos bióticos y su medio ambiente físico (elementos abióticos). Un ecosistema se caracteriza no solo por su referencia física o escala espacial, sino también por las interrelaciones entre los distintos elementos del sistema, en términos de flujo de energía, materiales y el medio.

La Ecología Urbana es una disciplina relativamente reciente, que surge hace aproximadamente tres décadas, atrás el reconocimiento progresivo de la ciudad como ecosistema, ya que comparte las características de ser abierto, pero capaz de autorregulación, ligando los organismos que conviven con su ambiente inorgánico.

En ese sentido, dentro de la Ecología Urbana se considera como la interacción entre el hombre y el medio ambiente en áreas urbanas, físicamente manifestada en una serie de flujos de materia, energía y residuos, tal como lo establece Alberti (1996) en su modelo que representa el Ecosistema urbano (figura 3).



Fuente: Alberti (1996)

El considerar la ciudad como un ecosistema (artificial) permite la aplicación de conceptos de la ecología, tales como nicho, diversidad, relaciones de competencia o dependencia (parasitismo, simbiosis), a la esfera social, los estilos de vida y las actividades humanas en general, formando un tipo de enfoque no muy habitual en el estudio de las ciudades.

Si se complementa este análisis con los enfoques de la Sociología y la Economía, se define el sistema urbano como un concepto holístico, integrador de los sistemas naturales y sociales que confluyen en el lugar urbano.

Los ecosistemas naturales evolucionan hacia estados más complejos de organización referente a las relaciones de la comunidad, dominando y controlando las variaciones ambientales. El ecosistema urbano es, por lo tanto, el último eslabón de esta serie. Una ciudad no es un sistema independiente, ni cerrado (Rueda,

1996). Los sistemas urbanos representan un marco ambiental de dependencias y necesidades vitales al que se ha llegado convergiendo desde muy diversas exigencias. Su interdependencia económica, social y ecológica se extiende lejos de sus límites.

El ecosistema urbano posee una estructura específica, resultante de las interrelaciones entre los factores espaciales, la planeación humana y la naturaleza. Uno de los enfoques adoptados desde la Ecología Urbana, en la búsqueda de propuestas resolutorias, tiende a la consideración fisiológica del sistema urbano como parásito del medio ambiente, las ciudades son enormes organismos de metabolismo complejo sin precedentes en la naturaleza, cuyas conexiones se extienden a lo largo y ancho del mundo; siguiendo un metabolismo lineal, la ciudad obtiene grandes cantidades de energía y materiales (energía transformada) del medio, los cuales son transformados para su exclusivo beneficio (bienes y servicios), debilitando progresivamente a su anfitrión (los sistemas naturales y rurales), que termina sufriendo los síntomas de la irreversibilidad, erosión, desertificación, pérdida de diversidad biológica, etc. (Girardet, 1994).

Debido a que es indispensable identificar los diversos elementos que integran un ecosistema, para fines del presente estudio, de acuerdo con Rueda (2001), Camagni (2005), Salvo y Naredo (2005) se resumen las siguientes características:

a) Población urbana

La población humana es la que define y condiciona las características de todo ecosistema, en primer lugar el elevado crecimiento demográfico, como resultado de una tasa natural de nacimientos y de la concentración de actividades económicas y servicios (educación, salud, equipamiento, entre otros), lo cual posibilita el desplazamiento de personas de zonas rurales hacia los centros urbanos buscando mejores condiciones de bienestar, esto puede verificarse en diferentes reportes del Fondo de Naciones Unidas para la Población. En segundo término, una importante densidad de población, que trae consigo misma un aumento de la demanda de equipamiento urbano, una transformación en la estructura territorial, incremento del consumo de energía y la especulación del suelo y la vivienda (Rueda, 2001).

b) Transformación del medio físico

Camagni (2005) hacen referencia al espacio físico urbano, considerando que su estructura es muy heterogénea debido a la urbanística tradicional que se basa en la separación de usos específicos como es el industrial, residencial, equipamiento, entre otros, con la finalidad de facilitar la asignación de infraestructuras dotacionales y simplificar el cálculo de los aprovechamientos; sin embargo, la zonificación manifiesta consecuencias ecológicas al aumentar los desplazamientos, traducidos en mayor consumo de energía y contaminación.

Los sistemas urbanos están constituidos sobre un soporte estructural sobre todo atendiendo cuestiones sociales, urbanísticas, pero sobre todo económicas en mayor medida. Para Salvo (1996) la ciudad y naturaleza han sido consideradas tradicionalmente como estructuras excluyentes, marcadas por la intervención del ser humano, en tal sentido, Rueda (1996) expresa que las transformaciones del territorio tienen una incidencia directa con factores condicionantes de la búsqueda de calidad de vida.

Retomando la idea de Naredo (1996), el proceso urbanizador intensivo acompañado de la transformación desmedida con un elevado uso de energético es el principal exponente de intervención o domesticación del medio por parte del hombre; agregado a ello, los asentamientos humanos provocan una modificación sobre las condiciones del territorio, ejemplo es el clima, flujo energético, estructura espacial, etc.

La periferia urbana es una de las zonas de mayor desequilibrio ecológico derivado de las actividades humanas; por un lado, reflejan falta de estructuración e integración con el resto de la ciudad, convergen usos industriales del suelo, insuficiente infraestructura urbana, problemas de transporte y accesibilidad, ineficiencia energética, depósito de desechos, aguas negras a intemperie, principalmente.

Referente al transporte, éste se ha producido de manera horizontal que comprende grandes distancias para comunicar los diferentes puntos de la ciudad, elevando el costo energético y sobre todo condiciona el diseño urbano, factor que pone en riesgo la articulación del tejido social.

1.6. Sustentabilidad urbana

El término utilizado de manera general en esta investigación es el de desarrollo sustentable, sin embargo, para algunos autores la palabra sustentable es utilizada como equivalente y es traducción literal del término sajón *sustainable*, y es un concepto con amplia aceptación en el discurso político (Enkerlin, 1997). Para fines prácticos de la presente investigación ambas palabras tienen la misma conceptualización.

El estudio de la sustentabilidad del desarrollo de las ciudades la justifica (Camagni, 2005), debido a que el impacto que tiene una ciudad en el ámbito global y la misma situación se puede visualizar a la inversa, esto es, las mismas causas que ponen en peligro la sustentabilidad global tienen impacto en el ámbito local.

La noción de sustentabilidad introduce un concepto complementario del desarrollo. El desarrollo se refiere a la relación con el despliegue de la potencialidad contenida

internamente en un fenómeno, pero dicho fenómeno se despliega no en un vacío sino en un ambiente o ecosistema. La sustentabilidad en ese tenor también tiene ese mismo potencial, pero dicho proceso puede ser destructor o potenciador del medio que le sustenta.

En la actualidad el desarrollo sustentable se ha ido posesionando como una referencia cotidiana del discurso político, empresarial y de la sociedad; al discurso también se han sumado intelectuales y académicos, sin embargo, esta masividad puede significar pérdida de contenido transformador y su significado se convierte en un recurso meramente retórico. El concepto de sustentabilidad urbana tiene circunstancias similares.

La mayoría de las definiciones de la sustentabilidad urbana la consideran como un estado de equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental en el espacio de la ciudad; sin embargo, en la práctica una parte importante de la literatura prioriza la dimensión ambiental, o incluso la limita a únicamente el metabolismo urbano medido en términos de flujo de energía (Girardet, 1992). El no tomar en cuenta su carácter multidimensional del desarrollo sustentable ofrece varios problemas para su uso en el análisis de las realidades tan complejas de la ciudad.

El Consejo Internacional de Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI, 1994), aporta una definición trasladando el término sustentabilidad al desarrollo urbano: el desarrollo sustentable es aquel que ofrece servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los integrantes de una comunidad sin poner en riesgo la viabilidad de los sistemas naturales, construidos y sociales de los que depende la oferta de esos servicios.

La construcción social del ambiente urbano como un espacio fragmentado con elevada segregación tiene importantes consecuencias ambientales; así mismo, centrar la atención sólo en factores ambientales dificulta identificar los procesos sociales de donde parten los problemas y sus consecuencias. La construcción del espacio urbano fragmentado segregado y los problemas ambientales que de ello derivan deben entenderse como el resultado del conflicto entre clases que están implícitos en el sistema capitalista y no puede ser analizado únicamente a través de su dimensión ambiental (Escobar, 1995).

Cabe aclarar que la interpretación del desarrollo sustentable limitada a su dimensión ambiental es más frecuente en países desarrollados y por parte de instituciones internacionales como el Banco Mundial, la visión tiende a centrar y reducir la discusión del desarrollo sustentable a aspectos técnico, enfatizando el papel mediador de la planeación y el manejo ambiental. Este esquema es en realidad una prolongación al enfoque dominante para administrar el medio ambiente y parte de una visión fragmentada del medio ambiente dissociada de su

contexto social, político y económico y reducida a cuestiones técnicas (Sánchez, 2003).

Para reforzar la idea de sustentabilidad urbana, se puede definir el término de ciudad sustentable: es un núcleo urbano en el que la utilización de los recursos naturales se produce de manera congruente con el objetivo de poder transmitir a las generaciones futuras similares o mejores disponibilidades de estos, o de otros factores alternativos necesarios para funciones semejantes (Diccionario de Geografía Urbana, Urbanismo y Ordenación del Territorio, 1999). Bajo este concepto, se pretende vincular el hecho urbano con la propuesta de desarrollo sustentable pronunciado en la Conferencia Mundial de Medio Ambiente de Río de Janeiro en 1992. Para Girardet (2001), una ciudad sustentable se organiza de manera que posibilite que todos sus ciudadanos satisfagan sus propias necesidades y que eleven sus bienes sin dañar el entorno natural y sin poner peligro las condiciones de vida de otras personas, ahora y en el futuro.

Con respecto a los términos desarrollo sustentable urbano y desarrollo urbano sustentable es posible unificarlos como equivalentes de la sustentabilidad urbana, en el sentido de que son derivados de un proceso manifestado en la ciudad, que tendrían que estar ligados a los principios de sustentabilidad, más que pareciera un juego de palabras. Por su parte, la insustentabilidad urbana tiene otra connotación, en virtud de que la palabra describe la realidad del contexto urbano, la cual tiene que venir acompañada de esfuerzos por revertir las malas acciones que dan origen al problema.

1.7. Insustentabilidad urbana

Para abordar la problemática presentada en las ciudades, de acuerdo con Cembranos (2013), es indispensable considerar como punto de partida la solución a la insustentabilidad, esto a su vez lo confirma Vázquez (2011), partiendo de la realidad en cuestión, resulta más adecuado hablar de dicho término, porque se concibe la idea inicial de una realidad urbana en problemas, es por ello que conviene identificar sus principales rasgos de la insustentabilidad en determinada ciudad.

Los desequilibrios ecológicos entre población y territorio adquieren en la dimensión urbana una extensa gama de efectos sociales y ambientales. Estos problemas afectan en cierto grado a todas las ciudades; no obstante, la gravedad de estos es una cuestión de relación entre tamaño demográfico y urbano. El deterioro del medio ambiente urbano está en clara relación con los cambios estructurales de la economía, crecimiento demográfico y las variaciones en las pautas de comunicación, vivienda, transporte y consumo, donde la tecnología aparece siempre implícita. Estos factores se agrupan en tres aspectos (Castro, 2004):

1) Aspectos sociales

La ciudad es un sistema en el que confluyen distintos componentes que interaccionan con diversa intensidad. Cuando el sistema urbano no es capaz de atenuar o absorber las tensiones generadas en las dimensiones sociales (por ejemplo: densidad excesiva de población en barrios marginales), éstas acaban minando el desarrollo y desembocan a su vez en nuevos y mayores problemáticas no sólo socioeconómicas (paro, pobreza), sino también urbanísticas y ambientales (escasez de zonas verdes, excesivo consumo de agua, vertederos ilegales, etc.), causas y efectos de lo que se podría llamar “espiral de la insustentabilidad”.

2) Aspectos territoriales y urbanísticos

La degradación del medio ambiente urbano está asociada al rápido proceso de urbanización, que apenas ha considerado los aspectos ecológicos. Esta característica genera sobre la población un síndrome de “tensión urbana” que lleva a una pérdida de calidad de vida: deterioro del centro histórico, falta de espacios verdes y de zonas de esparcimiento, congestión del tráfico, etc.

Las prácticas urbanísticas tradicionales están más preocupadas por la asignación de usos eficiente del suelo urbano, dado que se considera un bien económico de alto valor agregado (a costa de un elevado consumo de energía y materiales) y muy escaso, el cual manifiesta un elevado costo de oportunidad entre sus alternativos.

La intervención pública trata de asegurar que determinados usos, entre ellos los comunitarios (zonas verdes, espacios abiertos y otros dotacionales), tengan su reflejo en la zonificación urbana. La no consideración de aspectos ecológicos referidos tanto al funcionamiento interno de la ciudad, como a las interrelaciones en términos de materia y energía con otros ecosistemas, hacen referencia desde el punto de vista ecológico la planeación urbanística (Bohringer, 2007).

En términos de planeación del diseño urbano, dos son los ámbitos donde se producen las principales problemáticas urbanas: el centro histórico y la periferia urbana. Las principales características se resumen en (CMA, 1997):

- Tercerización de la ciudad histórica, desplazando los usos preexistentes por otros (oficinas, administraciones públicas y grandes comercios). Se produce una desintegración de la estructura comercial minorista, vaciando de contenido el concepto de centro histórico (pérdida de identidad tradicional, pérdida de continuidad y diversidad, etc.)
- Aumento del tráfico, como consecuencia del punto anterior, desnaturalizando las áreas residenciales, deteriorando el paisaje urbano y las condiciones ambientales en general.
- Deterioro de los edificios del centro histórico. El urbanismo agresivo,

impuesto por los nuevos usos terciarios para el centro histórico, deriva en tensiones sobre los grupos urbanos tradicionales, menos eficientes para las nuevas necesidades. La especulación urbanística, demanda de usos alternativos que encarecen el suelo en estas zonas, así como el abandono de los usos residenciales en el centro favorece este proceso.

Por otra parte, los desarrollos urbanos realizados en la periferia manifiestan una problemática radicalmente distinta, caracterizada por la absorción de los grandes aumentos de población urbana. Los desequilibrios más importantes son:

- Urbanismo agresivo, que literalmente destruye la morfología del territorio, transformando el paisaje rural y natural circundante de forma indiscriminada.
- Crecimiento incontrolado, que impide a amplios sectores urbanos el dotarse de una estructura coherente. Con ello se aumenta la dependencia de los mismos respecto de los centros históricos para abastecerse de un gran número de funciones urbanas (comercio, servicios, etc.).
- Déficit de infraestructura y equipamiento urbano

3) Aspectos ambientales

El crecimiento urbano tiene principalmente dos efectos sobre los recursos hídricos del entorno:

- a) La sobre explotación de los cauces fluviales y aguas subterráneas, agravada por la salinización en las zonas costeras, y
- b) La contaminación, dado el volumen creciente de residuos nocivos que se vierte en las aguas.

A partir de dicha idea simplificadora, se pueden identificar los dos ámbitos en los que se centran los desequilibrios del ciclo del agua:

- Abastecimiento y consumo
- Saneamiento

Las ciudades son consumidoras netas de agua ya que no generan los mínimos aportes al ciclo del agua. La falta de disponibilidad de agua constituye una de las grandes debilidades en las crisis ambientales urbanas, que obliga a un necesario cambio en las pautas de consumo y comportamiento social.

Conclusiones:

El elemento de partida del apartado consistió en hacer la precisión de los conceptos de crecimiento y desarrollo, el cual se puede sintetizar que el primero se refiere

meramente a los términos cuantitativos y el segundo se refiere a elementos cualitativos, de ahí se puede visualizar el hecho de que el crecimiento económico es un componente del desarrollo, sin embargo, no es el principal.

A pesar de que la definición del desarrollo sustentable pudiera ser un término ambiguo, la mayoría de los autores coinciden en la identificación de tres elementos importantes (dimensiones) de forma integral y equilibrada: ambientales, económicos y sociales; estos a su vez, tienen que ver con el uso adecuado de los recursos proporcionados por el medio ambiente para producir bienes y servicios necesarios para la sociedad, de tal forma que permitan la conservación del sistema para generaciones futuras. En otras palabras, la eficiencia en un modelo de desarrollo trae consigo mismo la equidad en la disponibilidad de recursos, equidad en la distribución de la generación de riqueza y la equidad entre las generaciones.

Dentro de los enfoques revisados se puede afirmar que la postura economicista del desarrollo sustentable predomina, justificada esta por el hecho de que es precisamente en el sistema de producción, donde surgen la mayoría de los desequilibrios derivados del uso indiscriminado de los recursos naturales, problema que tendría que ser resuelto desde los mismos modos de producción. Sin embargo, es importante recalcar que, por este hecho, no deben excluirse las consideraciones de los enfoques ecológico y social, que es precisamente la postura adoptada del desarrollo sustentable en el sentido de que deben estar balanceadas sus dimensiones. Por otra parte, el desarrollo sustentable generalmente va asociado a otros términos como es la maximización del bienestar, que tiene que ver con la disponibilidad y utilidad de los factores de producción, así como del nivel de vida que derivan de los principios de la economía.

En este sentido, la postura que asume la presente investigación es desde el ámbito economicista, sin embargo, se debe señalar que una de las tareas principales del trabajo radica en proponer una serie de criterios que equilibren las dimensiones de la sustentabilidad urbana. En los países desarrollados generalmente la dimensión que toma mayor relevancia es la ambiental con respecto a la económica y social, esto se puede explicar deduciendo que en los aspectos de generación y distribución de la riqueza y servicios básicos se reflejan la mayor equidad; en los países subdesarrollados se abocan más al mejoramiento y fortalecimiento de aspectos económicos que imperan sobre los factores ambientales.

Por otra parte, la problemática que viven las zonas urbanas como lo es la Zona Metropolitana de Toluca están asociadas a factores como son: el crecimiento demográfico, expansión de la vivienda y centros de producción y distribución sin una adecuada planeación, disminución de áreas verdes, falta de servicios básicos, entre otros. Para abordar el concepto sustentabilidad, conviene precisar que se recomienda en primer lugar hablar de "insustentabilidad", manifestada por los factores no deseables antes mencionados.

En lo que respecta a la sustentabilidad urbana, se puede definirla partiendo del concepto del desarrollo sustentable, es decir, un estado de equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental en el espacio de la ciudad. Trasladando en ese sentido a una ciudad sustentable, se afirma entonces que es un núcleo urbano en el que la utilización de los recursos naturales se produce de manera congruente con el objetivo de poder transmitir a las generaciones futuras similares o mejores disponibilidades de estos o de otros similares necesarios para funciones específicas. Así mismo, la sustentabilidad urbana es aquella que ofrece servicios ambientales sociales y económicos básicos a todos los integrantes de su comunidad sin poner en riesgo la viabilidad de los sistemas naturales construidos y sociales de los que depende la oferta de esos servicios.

Finalmente, el problema de la implementación de la sustentabilidad en el campo de la investigación en un lugar en específico no radica en la conceptualización, sino más bien, en su operacionalización y su medición, dado que no se puede hablar de sustentabilidad sin tener parámetros que permitan determinar si una ciudad es sustentable o no; de ahí que el siguiente capítulo dos, aborde aspectos de su cuantificación y medición para evaluarla.

CAPÍTULO 2.

MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA GENERACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD URBANA

El objetivo del presente capítulo consiste en analizar las principales definiciones y enfoques de los indicadores, para identificar los principios y criterios básicos que deben cumplir de acuerdo con sus funciones y usos necesarios en la generación de indicadores urbanos y ambientales; en ese sentido también se hace una revisión de modelos utilizados en algunos países y sugeridos por algunas agencias especializadas. Finalmente, se exponen los principales métodos y técnicas de análisis estadístico más utilizados en la derivación o integración de un índice (indicador sintético) para determinar el apropiado que permita medir y evaluar el caso de estudio.

Como se precisó anteriormente, el debate de la investigación empírica de la sustentabilidad no radica en la base conceptual, más bien se centra en su operatividad, esto es, su cuantificación y medición para evaluar si una zona urbana es sustentable o no.

2.1. Los indicadores y la medición del desarrollo

El enfoque de la economía del bienestar está estrechamente relacionado a la medición del desarrollo, así como a su comparabilidad en el tiempo y espacio. Pena (1977) argumenta que el bienestar supone la integración de las dimensiones económicas y sociales; para ello es necesario diferenciar el crecimiento y el desarrollo, el primero es un aumento cuantitativo mientras que el segundo tiene una perspectiva cualitativa.

En esa dirección, el bienestar humano puede alcanzarse mediante el aumento del uso de materia/energía en la producción (crecimiento) o a través del incremento de la eficacia en el uso de los recursos (desarrollo), esto implica que existen límites para el crecimiento, en tanto que para el desarrollo no (Constanza y Daly, 1992).

Enfatizando en el desarrollo, se puede asociar a un mejoramiento de las condiciones de vida del individuo refiriéndose a factores físicos tales como alimentación, vivienda, consumo, entre otros, así como a otras necesidades subjetivas como la educación, salud, cultura o calidad de vida (Friedam, 1997).

Zarzosa (1996), por su parte, distingue tres enfoques para medir el bienestar: a) el de las Funciones de Utilidad, b) el Contable y c) el que hace referencia a los Indicadores sociales. A continuación, se definen a manera de resumen.

a) Enfoque de las funciones de utilidad

Se basa en la función de utilidad colectiva (bienestar social) mediante las funciones

individuales, Arrow (1951) comprueba que una función de bienestar social con características que aseguren a la vez la eficiencia y la equidad de esta no se puede derivar directamente de las funciones de bienestar individual, esto implica que no existe una única función de bienestar social, sino que dependerá de los juicios de valor para pasar del bienestar individual al social.

Propuestas de solución a esta situación surgen de trabajos basados en Samuelson (1947), las cuales consideran un planificador central, el cual debe definir las preferencias de la sociedad y que asigne los recursos a lo largo de las generaciones en base a la función de utilidad social.

Al respecto, Rawls (1971) hace referencia a los bienes primarios como parte importante de las necesidades racionales, libertad, oportunidades, ingreso, salud, etc. Sen (1993) replantea esta idea, denominando estos bienes en relación con las funciones o capacidades.

b) Enfoque contable

Este enfoque descansa en la premisa de la relación que existe entre crecimiento económico, desarrollo y bienestar: la medida tradicional es el PIB englobado por las cuentas agregadas de las actividades económicas a nivel macroeconómico. Su función es meramente cuantitativa, por lo tanto, es muy criticada para determinar y valorar los niveles de desarrollo.

c) Enfoque de los indicadores sociales

El enfoque surge como rechazo a la postura imperante de la medición del bienestar en base a indicadores económicos o monetarios que dejan al margen varias consideraciones importantes (externalidades) para evaluar el verdadero costo-bienestar social. Con ello aparecen otras posibilidades de integrar componentes para medir el bienestar aunadas a las tradicionales, como, por ejemplo, relaciones familiares, delincuencia, derechos, etc. (Ram, 1982). Esto se puede clasificar en medidas subjetivas (basadas en las percepciones subjetivas del individuo sobre su bienestar) y objetivas (esperanza de vida, nutrición, delincuencia, etc.)

Teniendo como base estos indicadores sociales, surgieron algunas propuestas para medir capacidades, entre ellos resaltan: el Índice de Desarrollo Humano (PNUMA, 1992), Índice de Pobreza Humana (Sen, 1987), Indicadores de Calidad de Vida Urbana (Leva, 2005), entre otros. Para el año 2000, aparece el Índice de Sustentabilidad Medioambiental (Foro Económico Mundial) constatando la evolución de los indicadores dirigidos hacia la sustentabilidad.

En términos generales, un indicador (por ejemplo, emisiones de CO₂) no es más que un signo que ofrece información más allá del dato mismo, permitiendo un

conocimiento más comprensivo de la realidad a analizar (calentamiento global).

En definitiva, el indicador es una medida de la parte observable de un fenómeno que permite valorar otra porción no observable de dicho fenómeno (Chavalier, 1992). Se convierte pues en una variable *proxy* que “indica” determinada información sobre una realidad que no se conoce de forma completa o directa: el nivel de desarrollo, el bienestar, etc. Por otra parte, como señala Ott (1978), un indicador puede ser la forma más simple de reducción de una gran cantidad de datos, manteniendo la información esencial para las cuestiones planteadas a los datos. El indicador ha de permitir una lectura sucinta, comprensible y científicamente válida del fenómeno a estudiar.

En este sentido, la aproximación de Gallopin (1996) resulta más interesante desde la óptica de la Teoría de Sistemas. Este autor define los indicadores como *variables* (y no valores), es decir, representaciones operativas de un atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema. Los indicadores por tanto son imágenes de un atributo, las cuales son definidas en términos de un procedimiento de medida u observación determinado. Cada variable puede asociarse a una serie de *valores* o estados a través de los cuales se manifiesta.

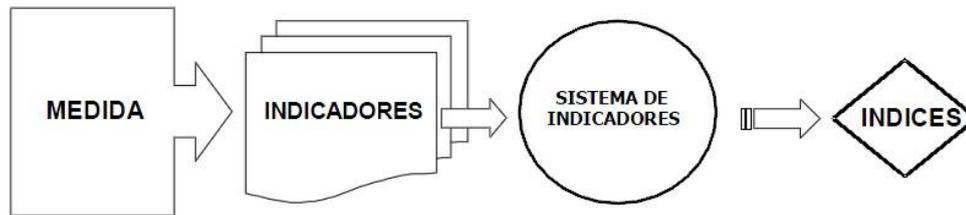
Las tres funciones básicas de los indicadores han de ser representaciones empíricas de la realidad en las que se reduzca el número de componentes. Además, han de medir cuantitativamente (al menos establecer una escala) el fenómeno a representar. En la teoría de la medida, el término indicador se refiere a la especificación empírica de conceptos que no pueden ser medidos de forma operativa, como el bienestar o la sustentabilidad. Por último, el indicador, que ha de utilizarse para transmitir la información referente al objeto de estudio.

En concreto, para Fricker (1998), estas tres funciones se desglosan en un total de cinco para el caso de los indicadores sociales, pudiendo tener una utilidad informativa, predictiva, orientada hacia la resolución de problemas, evaluadora de programas, y definitoria de objetivos.

De acuerdo con Friker (1998), existen una serie de clasificaciones que distingue los indicadores (figura 4), la primera de ellas considera los siguientes:

1. Por un lado, están los indicadores simples, que son básicamente estadísticas básicas no muy elaboradas que se obtienen directamente de la realidad y están relacionados a la superficie o a la población.
2. En otro orden, están los indicadores sintéticos o índices que son medidas adimensionales, resultado de combinar varios indicadores simples mediante un sistema de ponderación que jerarquiza los componentes. Su significancia es mayor que la clasificación anterior, aunque su interpretación puede resultar relativamente complicada y con ciertas restricciones.

Figura 4. Proceso de elaboración de índices



Fricker (1998)

El uso de indicadores sintéticos ha generado un importante debate en torno a sus ventajas e inconvenientes, tal como lo señalan Saisana y Tarantola (2002), quienes muestran los más importantes:

a) Ventajas:

- Son capaces de sintetizar información de carácter complejo y multidimensional con el objeto de facilitar su comprensión.
- Reducen el tamaño visible de la información suministrada por un conjunto de indicadores, sin desestimar la información de base sobre la que se apoyan.
- Promueven el uso de mediciones cuantitativas para el seguimiento y evaluación de las unidades analizadas a lo largo del tiempo, pudiendo ser la base de series históricas.
- Facilitan la comunicación de los resultados a un público amplio, permitiendo que estos temas complejos sean objeto de debate social.
- Los resultados de estos índices permiten que los temas analizados sean de debate político, constituyendo el soporte analítico para el diseño y aplicación de políticas públicas.
- Permiten a los usuarios de estos índices realizar comparaciones de dimensiones complejas de forma efectiva.

b) Inconvenientes:

- Pueden invitar a la obtención de conclusiones simplistas.
- La información que generan puede derivar en políticas inapropiadas si el proceso de construcción es inadecuado (falta de rigor científico y técnico) o malinterpretado (falta de transparencia en el proceso).
- La selección de indicadores y su ponderación puede ser objeto de disputas políticas y técnicas.

- La información que generan puede derivar en políticas inapropiadas si algún principio o criterio es ignorado por la dificultad de su cuantificación a través de indicadores.
- La variedad de métodos existentes para su construcción puede dar lugar a indicadores sintéticos arbitrarios o poco justificados.

Bajo este contexto, de acuerdo con la generación y aplicación de los sistemas de indicadores de manera cronológica se permite definir sistemas de primera, segunda y tercera generación.

1) Los sistemas de primera generación

Tienen su origen en la década de los años ochenta del siglo que recientemente terminó, la elaboración de este tipo fue a través de la OCDE (1994), su característica principal es que tienden a ser teóricos y dentro del marco ambiental. Estos pueden distinguirse dentro de los llamados marcos ordenadores como se listan a continuación:

- Presión-Estado-Respuesta (PER)
- Fuerza Motriz-Estado-Respuesta (FER)
- Fuerza Motriz-Presión-Estado-Respuesta (FPER)
- Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR)

Estos expresaban indicadores ambientales, incluyendo la aproximación por medios (aire, agua, tierra y biodiversidad), por objetivos (acordes con mandatos legales y administrativos, Agenda 21) y por sectores (transporte, turismo, industria, etc.)

2) Sistemas de segunda generación

Su implementación data de la década de los noventa del siglo pasado, se desarrollan sistemas a nivel nacional, sobre todo, resaltan las iniciativas planteadas por México, Chile, Estados Unidos, Reino Unido, España, entre otros (OSE, 2005 y 2006). Destaca la incorporación la visión del enfoque multidimensional del desarrollo sustentable: económico, social y ambiental; aunque en los últimos años ha tomado fuerza la incorporación de una cuarta dimensión denominada institucional, argumentada por la importancia de la influencia que ejercen las políticas públicas a través de los diferentes organismos de control como son los gobiernos locales y nacionales, así como las instituciones internacionales.

El Sistema de Indicadores de la Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas propuso el Programa de Trabajo en Indicadores de

Sustentabilidad dentro del capítulo 40 de la Agenda 21, en él se listan Indicadores de Sustentabilidad basados en hojas metodológicas publicados en 1998.

3) Indicadores de Tercera generación

La necesidad de vincular las dimensiones del desarrollo y sus indicadores entre sí dio como resultado sistemas de indicadores que permitieran tener acceso rápido a un contexto de significado mayor, de tal forma que agrupara temas o áreas multidimensionales de forma transversal y sistemática. Las primeras iniciativas surgieron en la Unión Europea, aunque a nivel internacional se generaron nuevos sistemas de indicadores que consideran de mayor importancia el componente territorial que facilitan su uso y aplicación a nivel local promoviendo una mayor participación social.

También se puede establecer otra tipificación de indicadores de acuerdo a su cuantificación: en primer lugar, los objetivos, que son cuantificables de manera exacta y que se pueden generalizar; en segundo término, los subjetivos o cualitativos que consideran información de percepciones subjetivas de la realidad pocas veces cuantificables (Leva, 2005).

2.1.1. Indicadores de sustentabilidad urbana

Como señala Fricker (1998), al documentar el origen de los indicadores de desarrollo sustentable, es necesaria la referencia al enfoque tradicional de los indicadores sociales. Centrando los comentarios particularmente en la perspectiva urbana, en ese sentido el autor destaca las aportaciones iniciales en materia de indicadores sociales realizadas por miembros de la Escuela de Chicago ya desde los años treinta del siglo pasado en el marco de la Ecología Urbana, las cuales son ejemplo de análisis social urbano basado en indicadores. Esta escuela desarrolló teorías en las que la localización urbana, cuantificada en distancias al centro, explicaba muchos de los problemas sociales y psicológicos de la población. Modelos de círculos concéntricos o multi-céntricos eran utilizados para describir la estructura urbana y los efectos de los mecanismos de mercado, la competencia de usos y los precios del suelo.

La dimensión urbana se considera ya desde los primeros análisis para la elaboración de estos indicadores sociales, suponiendo un ámbito donde se desarrollan numerosos avances relativos en un principio a la salud pública y condiciones sociales de las ciudades industriales. Desde esta perspectiva, el interés primordial es conocer la naturaleza y funcionamiento de las ciudades, las grandes desconocidas, aportando para ello nuevas medidas de aspectos sociales muy relacionados con la calidad de vida y el desarrollo. Se analiza las ciudades de una doble perspectiva: interurbana (comparativa entre zonas diferenciadas de la ciudad) e interurbana (comparativa entre ciudades distintas). Se trata de los

antecedentes de los actuales indicadores comunitarios y de sustentabilidad elaborados en un gran número de ciudades en el mundo.

Se ha de reconocer que durante los setenta se producen importantes avances en el desarrollo de los indicadores urbanos, de manera que incluso adelanta a la propia evolución de los indicadores ambientales (Alberti y Bettini, 2006). El primer informe de indicadores de medio ambiente urbano de la OCDE (1978) así lo atestigua, haciendo referencia a los efectos que sobre la calidad de vida urbana tienen factores como la calidad de las instalaciones, construcciones y equipamientos, la calidad de los servicios o el ambiente sociocultural.

En la publicación referida también a los indicadores urbanos (OCDE, 1997), se destaca el excesivo énfasis que se hace sobre la cuantificación y el uso de las estadísticas existentes. En aquellos momentos no se concede tanta atención a la comprensión de la complejidad de las ciudades y las interrelaciones entre sus componentes, como puede existir en la actualidad. Muchas veces se persigue disponer de las medidas macroeconómicas para la escala micro, lo que en contadas ocasiones se consigue. Progresivamente se muestra con claridad la necesidad de realizar indicadores más cercanos y útiles para la toma de decisiones y la monitorización del desarrollo urbano más que para llevar a cabo análisis científicos aislados.

A manera de síntesis, en esta etapa es necesaria la referencia a la publicación de Naciones Unidas de 1977 y el movimiento de las Ciudades Saludables de la Organización Mundial de la Salud (Doyle, 1997), sobre indicadores de medioambiente urbano, centrado este último en la medición de la calidad de vida urbana en base a las condiciones de vivienda, servicios, mercado de trabajo e indicadores sanitarios.

Los criterios para seguir para la selección de indicadores se pueden observar a continuación (AEM, 1996):

- Validez científica: debe estar sustentado en el conocimiento científico del sistema teniendo atributos significativos
- Representatividad: la información que posee el indicador debe ser representativa de la región
- Sensibilidad a los cambios: señalar tendencias
- Fiabilidad de los datos: de buena calidad y fuentes confiables
- Relevancia: proveer información para determinar objetivos y metas
- Comprensible: debe ser simple y claro en su comprensión para todos
- Predictivo: manifestar señales que puedan prevenir cambios a futuro
- Metas: proponer metas a alcanzar y que se puedan comparar

- Comparabilidad: permita comparaciones entre regiones, localidades
- Cobertura geográfica: que sea extensible a escala de nivel territorial
- Costo-eficiencia: eficiente en términos costo de la recolección de datos y uso de información que aporta.

Respecto a la elaboración de indicadores, Gallopin (1997) y la OCDE (1993) sugieren los siguientes principios generales:

- a) Los valores de los indicadores deben de ser medibles o al menos observables.
- b) Los datos deben estar ya disponibles o en su caso, se pueden obtener mediante mediciones específicas.
- c) La metodología para la recolección de información y el procesamiento de los datos, así como para la construcción de indicadores, debe ser clara, transparente y estandarizada.
- d) Los medios financieros, humanos y técnicos para la construcción y monitorización de los indicadores deben estar disponibles.
- e) Los indicadores deben disfrutar de una gran aceptación política en el nivel apropiado para la toma de decisiones.
- f) La participación y el apoyo del público en el uso de los indicadores es fundamental.

2.1.2. Indicadores medioambientales

De acuerdo a Kapp (en Aguilera 1995:205), “los indicadores ambientales son indicadores sociales que deben su origen a la creciente concientización de que los indicadores económicos, expresados en términos monetarios, son inadecuados y no miden lo que ocurre en el ámbito económico y social al ignorar e incluso, ocultar las importantes consecuencias negativas del proceso económico, es decir, omiten los costos sociales reflejados en el deterioro del medio ambiente humano en el sentido físico y social del término”.

En el ámbito de la política ambiental, y principalmente, en materia de información sobre el estado del medio ambiente, se ha producido un considerable auge en el uso de indicadores, denominados estrictamente ambientales.

La justificación del incremento de la demanda de este tipo de indicadores radica en cuatro aspectos principales (OCDE, 1993):

- a) Medida de políticas medioambientales.
- b) Integración de las cuestiones ambientales en políticas sectoriales.
- c) Integración más general de la toma de decisiones ambiental y económica: a través de la contabilidad ambiental, por mencionar un ejemplo.
- d) Informe del estado del medio ambiente.

De acuerdo con la OCDE (1993), los criterios para la selección de indicadores medioambientales ideales son los siguientes:

- a) Relevancia política y utilidad para los usuarios. Un indicador medioambiental debe proveer una imagen representativa de las condiciones medioambientales, presiones sobre el medioambiente o las respuestas de la sociedad ; ser simple, fácil de interpretar y capaz de mostrar tendencias a lo largo del tiempo; ser sensible a los cambios del medio ambiente y en las actividades humanas relacionadas; proveer una base para las comparaciones internacionales; ser aplicable a escala nacional como a escala regional; tener valores de referencia definidos con los cuales comparar el significado de los valores obtenidos.
- b) Bondad analítica. Un indicador medioambiental debe tener buen fundamento teórico en términos técnicos y científicos; estar basado en estándares internacionales y con consenso internacional acerca de su validez; prestarse a su inclusión en modelos económicos, predictivos y sistemas de información.
- c) Mensurabilidad. Un indicador medioambiental debe encontrarse disponible a una razón costo-beneficio sensata; estar adecuadamente documentado con información de calidad suficiente; ser actualizado en intervalos regulares de tiempo de acuerdo con procedimientos establecidos de antemano.

Según lo define Ott (1995), un indicador ambiental es un medio para reducir una gran cantidad de datos a su forma más simple, manteniendo el significado esencial para las cuestiones formuladas a los datos. Asimismo, se puede interpretar como una medida estadística, variable, estimación o parámetro medioambiental (la emisión de dióxido de azufre, por mencionar como ejemplo) que provee de información agregada, sintética, sobre un fenómeno (la lluvia ácida, por ejemplo) más allá de la capacidad de representación propia. Esta información va ligada a los cambios en el estado del medio ambiente o de las actividades humanas que afectan al mismo.

El significado anexo a indicador ambiental, normalmente está asociado a la definición de un *estándar ambiental*, por lo que los indicadores, además de reflejar el estado actual de una parte concreta de la realidad, pasan a tener un marcado carácter normativo.

2.1.3 Indicadores de calidad de vida urbana

Hernández (2009) al hablar de sustentabilidad, sugiere contemplar su relación con la calidad de vida, debido a que en este último término está implícita la idea de la sustentabilidad, ambos superan el concepto de “bienestar” (sólo es medible en

crecimiento económico y en estándares dotacionales). La relación muestra tanto los límites de las aspiraciones humanas como el derecho a una calidad ambiental suficiente.

En este contexto, Laniszewski (2010) señala que la calidad de vida introduce los aspectos ambientales en intersección con las necesidades humanas, el medio ambiente urbano es el campo de acción para una calidad de vida en la ciudad, implicando no sólo la implementación de los principios de sustentabilidad ecológica (no poner en riesgo la supervivencia de las siguientes generaciones; no consumir recursos sobre su tasa de renovación; y no producir residuos sobre su tasa de absorción por el medio), sino que también la articulación de la sustentabilidad de una estructura social y económica, buscando la transición no traumática del sistema de intercambios de las metrópolis contemplando la evolución y reconversión del sistema financiero, el sistema inmobiliario, el sistema de producción y consumo y el sistema de información, hacia un nuevo modelo sustentable.

Si hubiera que señalar un punto de referencia en el tiempo para establecer el origen de los indicadores de la calidad de vida desde la perspectiva urbana, este tendría que ser la década de los años veinte y treinta del siglo pasado, con la elaboración de indicadores sociales en la Escuela de Chicago, y específicamente en los años treinta en el ámbito de la Ecología Urbana. En dicha escuela se desarrollan teorías en las que localización explicaba problemas sociales y psicológicos de la población (Castro, 2004). Sin embargo, es hasta la década de los sesenta y posteriormente setenta cuando se surge un proceso de investigación y difusión de los indicadores sociales en el ambiente público y académico (Leva, 2005).

En lo que respecta al término “calidad de vida”, inicialmente hizo referencia a los ámbitos del medio ambiente y del deterioro de las condiciones de vida urbana, y es a principio de los años sesenta cuando surge un gran interés por su atención debido a los efectos que sufrió la sociedad a causa de la incesante industrialización, este proceso implicó la necesidad de tener información para medir o estimar parámetros de tal forma que aproximara a una realidad más objetiva.

El estudio sistemático que se desarrolló a finales de la década de los setenta y principios de los ochenta, desemboca en un concepto más integrador que marca una diferencia entre los indicadores sociales y de la calidad de vida (Abaleron, 1998); por ejemplo, publicaciones en Estados Unidos como “Social Indicators Research” y “Social Abstracts” en 1974 y 1979 respectivamente, incluyeron el término referido contribuyendo de esta forma a su difusión teórica y metodológica. Ya para los años ochenta el término comienza a acuñarse como un concepto integrador, esto es, una conceptualización basada en factores objetivos y subjetivos.

En esa secuencia, en la última década del siglo pasado el estudio de indicadores cobró fuerza en el ámbito internacional debido a los cambios estructurales en la economía y en la política; además, la nueva configuración geopolítica acompañada de la integración económica y comercial de diversas regiones dio fortaleza a las instituciones de carácter internacional para promover e implementar sistemas de información que coadyuvaran a la mejora de estrategias, evaluación y control en los procesos de planeación gubernamental. En ese contexto la exigencia de la divulgación de indicadores de diferente índole se reflejó en un proceso de democratización y transparencia estadística en un proceso de desarrollo cada vez más globalizado.

El inicio de siglo XX es sin duda un momento histórico relevante para la sociedad, en el cual las expectativas de transformación generada por el entorno político y económico provocaban incertidumbre en su “estado y modo de vida”, razón por la cual las decisiones institucionales de orden internacional en los últimos años han sido evidentes, sobre todo si se hace hincapié en aquellas que tienen como objetivo el de promover el desarrollo de los países que tradicionalmente se han quedado al margen de ofrecer mejores condiciones de vida al interior, o que en su caso, no se han visto favorecidos por las políticas neoliberales imperantes. Es por ello que el tema del desarrollo se encuentre frecuentemente en las mesas de discusión, dentro del entorno político y académico, pero más allá de esto, todavía siguen pendientes las fórmulas que reditúen en el bienestar social.

A decir verdad, la solución del problema del desarrollo no es del todo fácil si se parte de que las necesidades individuales de la población no son exclusivas de corte económico como convencionalmente se consideraba, también se han agregado factores como los de seguridad, gobernanza, medio ambiente, etc. De este último aspecto, el ambiental, han surgido innumerables investigaciones que convergen en el término de “sustentabilidad”, sin embargo, dado que su conceptualización es multidimensional más no limitada, los áreas y disciplinas del conocimiento de diferente índole han abordado planteamientos a través de diversos enfoques teóricos.

2.2. Sistema de indicadores medioambientales

Un sistema de este tipo de indicadores es más que una simple suma de una serie de indicadores, siendo respecto a éstos una realidad nueva y distinta. En palabras de Ott (1995), un conjunto de indicadores relacionados es definido como *un perfil de calidad ambiental*. Si cada indicador está referido a un problema específico, (por ejemplo, la lluvia ácida), el sistema de indicadores responde a un interés genérico y de totalidad. Es decir, el sistema tiene por objeto proveer de una información que es mayor y distinta de la que ofrece cada una de sus partes. En definitiva, se puede definir en forma de conjunto ordenado de cuestiones ambientales descritas mediante variables de síntesis cuyo objetivo es definir una visión integradora. Un sistema de indicadores medioambientales es un sistema de información ambiental

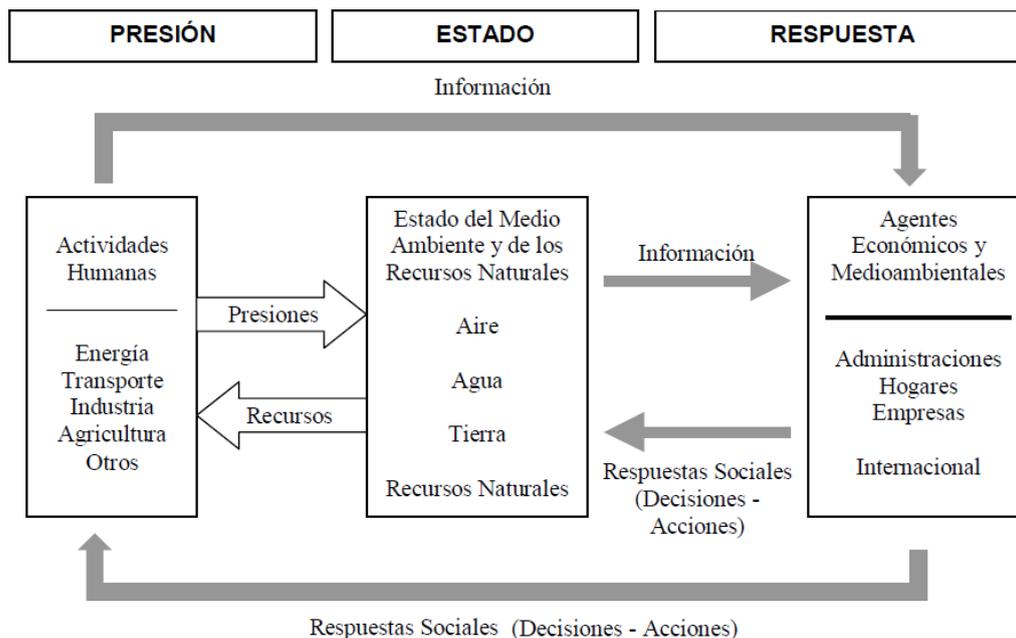
estructurado por:

- a) Un núcleo específico de objetivos de información ambiental definidos por el proceso de toma de decisiones que están inmersos
- b) Un conjunto de indicadores ambientales transmite información que orienta el sistema.
- c) Una organización analítica de orden y estructuración de los indicadores derivada de la utilidad que éstos deben prestar para la toma de decisiones.
- d) Unos criterios de selección de indicadores
- e) Un procedimiento de elaboración del sistema con una interacción entre el método científico, las instituciones y los grupos sociales, cuyo resultado final debe ser la validación científica y sociopolítica del sistema elegido, para la credibilidad de este.

Si un sistema de indicadores medioambientales no cuenta para su desarrollo con un modelo científico *a priori*, la coherencia y consistencia de este son cuestionables y dependerán únicamente de la utilidad social que se les concediera. Existen varios modelos de organización de los sistemas de indicadores ambientales, siguiendo una estructura sectorial (agricultura, transporte, industria, etc.), por objetivos (sociales, económicos, etc.), por tipo de recursos (agua, tierra, biodiversidad, etc.) existen tantas metodologías como propósitos o finalidades de medición de estos.

Dentro del marco del Grupo sobre el Estado del Medio Ambiente de la OCDE (1994), destaca el modelo Presión-Estado-Respuesta (figura 5), desarrollado a partir del trabajo de Friend y Rapport (1979) sobre el modelo de estrés- respuesta aplicado a los ecosistemas. Este enfoque se basa en el concepto de causalidad: las actividades humanas ejercen PRESIONES sobre el medio ambiente y modifican la cualidad y cantidad (ESTADO) de los recursos naturales. La sociedad responde a estos cambios a través de las políticas ambientales, macroeconómicas y sectoriales (RESPUESTAS). Estas últimas producen una retroalimentación dirigida a modificar las presiones a través de las actividades humanas (Antequera, 2003). En un contexto global, estos pasos forman parte de un ciclo de política de medio ambiente que incluye la percepción de los problemas y la formulación de políticas, así como el seguimiento y la evaluación de estas.

Figura 5. Modelo PER



Fuente: OCDE (1993)

En este modelo se establecen diferencias bajo tres tipos de indicadores (OCDE, 1994):

- Indicadores de **PRESIÓN** medioambiental. Describen las presiones de las actividades humanas sobre el medio ambiente, incluyendo la calidad y cantidad de los recursos naturales. Se puede distinguir entre indicadores de presión directa (presiones ejercidas de forma directa sobre el medio ambiente, normalmente expresadas en términos de emisiones o consumo de recursos naturales) e indicadores de presión indirecta (indicadores de estructura que reflejan actividades humanas que llevan a presiones directas sobre el medio ambiente).
- Indicadores de condiciones o **ESTADO** medioambiental. Están relacionados con la calidad del medio ambiente y la cantidad y calidad de los recursos naturales. Proveen una visión de la situación actual del medio ambiente y su desarrollo a lo largo del tiempo, y no la presión sobre el mismo. Sin embargo, en muchos casos, la diferencia entre indicadores de presión y de estado es muy ambigua y suelen utilizarse en el mismo sentido.
- Indicadores de **RESPUESTA** social. Estos indicadores son medidas que muestran el grado en que la sociedad responde a los problemas y cambios en la calidad del medio ambiente. Las respuestas sociales están referidas a acciones individuales y colectivas que están dirigidas a mitigar, adaptar o prevenir los impactos negativos inducidos sobre el medio ambiente y detener o reparar los daños ambientales ya producidos. Estas respuestas normalmente son seleccionadas mediante acciones para la preservación y la conservación

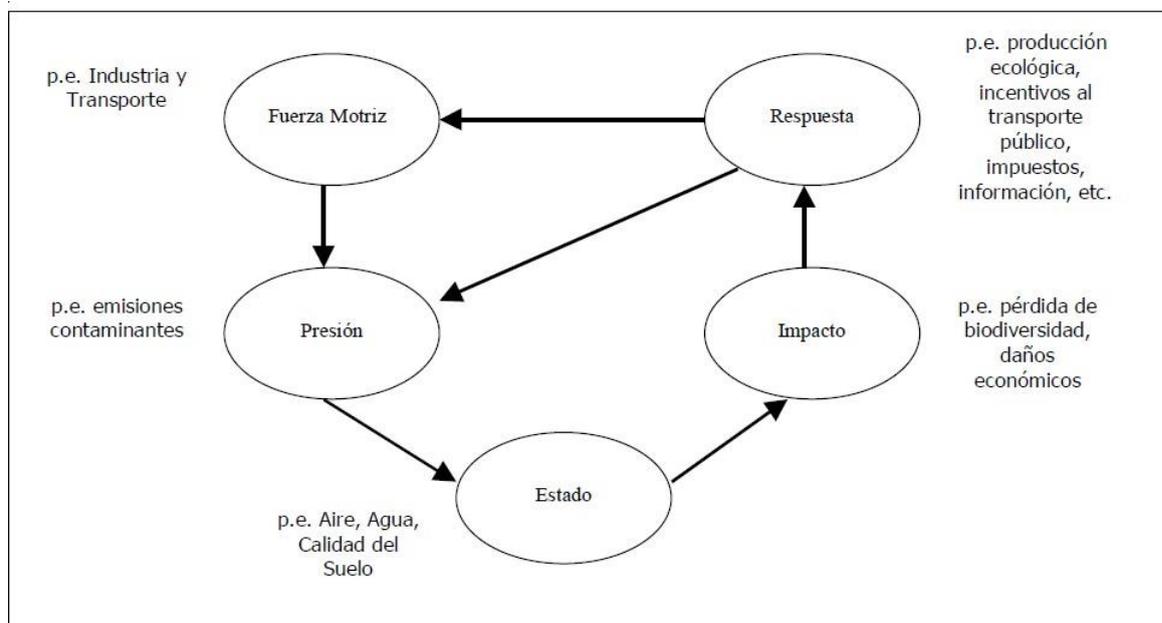
de los recursos naturales y ambientales, mediante la intervención pública. Conceptualmente, estos indicadores pueden considerarse en muchos casos de presión ambiental cuando se refieren al efecto de retroalimentación de las respuestas sociales sobre las presiones ambientales. Por ejemplo, una reducción de la emisión de gases que provocan el efecto invernadero puede considerarse como indicador de presión y de respuesta para el cambio climático. Idealmente, el indicador de respuesta ha de reflejar los esfuerzos de la sociedad en resolver problemas ambientales concretos.

Esta forma de estructurar los indicadores debe estar asociado al estado del medio ambiente, factores que determinan su cambio y las medidas que deben emplearse al respecto. Su relación tiene que ver precisamente con la obtención e interpretación de resultados en cada estudio empírico para realizar informes del estado del medio ambiente, así como de las decisiones por parte de los hacedores de política en materia de sustentabilidad.

El sistema PER es también aplicado desde 1995 en la mayoría de los trabajos sobre indicadores medioambientales de Naciones Unidas (UNCSD, 1996), Banco Mundial (1995) o EUROSTAT. Naciones Unidas modifica ligeramente su nomenclatura: en vez de presión se refiere a “driving force”, fuerza motriz, para mejorar las connotaciones sociales, económicas e institucionales del desarrollo sustentable. Cuando este modelo organizativo es aplicado no sólo a los indicadores medioambientales sino también de sustentabilidad, hay que señalar que los indicadores de PRESIÓN, ESTADO Y RESPUESTA se refieren a los subsistemas ambiental, social, económico e institucional (Castro, 2004).

Esta metodología general ha sido también modificada por UNEP y RIVM (Instituto Nacional de Salud Pública de los Países Bajos) en 1995 (Hardi y Zdan, 1997) que añaden la categoría de indicadores de impacto, constituyendo el llamado Marco Presión-Estado-Impacto-Respuesta. La Agencia Europea de Medio Ambiente por su parte distingue entre indicadores de presión e indicadores “fuerza motriz” o actividades motrices que generan la presión, definiendo el modelo Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto (FMPEIR) que utiliza para los informes sobre el estado del medio ambiente en Europa (EEA, 1999). En una investigación denominada Indicadores de Presión Ambiental del proyecto TEPI (EUROSTAT, 2000) se constata el uso de la relación causa-efecto para diseñar el sistema de indicadores. No obstante, aparecen problemas derivados de la escala o ámbito de medida, existiendo indicadores no aplicables a la escala local (ver figura 6).

Figura 6. Modelo FMPEIR adoptado por la Agencia Europea de Medio Ambiente



Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente (1994)

El uso de este tipo de organización de indicadores en los informes sobre el estado del medio ambiente no parte del enfoque de análisis de sistemas o algún marco de modelización integrada (Lenz, 2000). Este hecho implica que estos sistemas no estudian formalmente la integración vertical (entre causa y efecto) u horizontal, entre varias causas o varios efectos.

2.3. Indicadores elaborados en algunos países y agencias internacionales

A continuación, se presentan algunos indicadores de desarrollo sustentable urbano elaborados en algunos países e instituciones a nivel internacional y la descripción de sus temáticas abordadas.

a) Sistema de Indicadores de la Agencia Europea de Medio Ambiente

En el año 2004 se crea el Sistema de Indicadores de la Agencia Europea de Medio ambiente (AEMA), su principal objetivo fue generar un sistema manejable y estable de elaboración de informes basados en indicadores, dándose prioridad a las mejoras de calidad y cobertura geográfica de los flujos de datos, principalmente los relacionados a la Red de Observación e Información Medioambiental de Europa (EIONTE), y racionalizar las aportaciones de la AEMA y de la IONTE a otras iniciativas de indicadores europeos y mundiales (MMA, 2006).

Este sistema se basa en el marco ordenador FMPEIR para sentar las bases del análisis de los factores interrelacionados que afectan al medioambiente. Contempla indicadores básicos que abarcan seis temas medioambientales:

contaminación atmosférica, agotamiento de la capa de ozono, cambio climático, residuos, agua, biodiversidad y medio terrestre, y cuatro sectores: agricultura, energía, transporte y pesca, cabe destacar que no se incorpora el desarrollo de indicadores sociales (Sotelo, Tolón y Lastra, 2011).

b) Sistema de Indicadores de la Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas

El Sistema de Indicadores de la Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas propuso el Programa de Trabajo en Indicadores de Sustentabilidad dentro del capítulo 40 de la Agenda 21, en él se listan indicadores basados en hojas metodológicas publicados en 1998; dichos indicadores se diseñaron y agruparon de acuerdo con criterios temáticos que cubren lo expuesto en cada uno de los 40 capítulos de la Agenda 21, clasificados en cuatro categorías –social, económica, ambiental e institucional– y por su naturaleza dentro del esquema presión-estado-respuesta distribuidos así: presión 43, estado 54 y respuesta 37, que totalizan 134 indicadores (cuadro 1).

Cuadro 1. Capítulos, categorías e indicadores de la Agenda 21.

Capítulo	Categoría social	Número de indicadores
3	Combate a la pobreza	6
5	Dinámica demográfica y sustentabilidad	4
36	Promoción de la educación, la concientización pública y la capacitación	11
6	Protección y promoción de la salud humana	12
7	Promoción del desarrollo de asentamientos humanos sustentables	8
		Subtotal 41
2	Cooperación internacional para acelerar el desarrollo sustentable en los países y en sus políticas internas	5
		Categoría económica
4	Cambio de patrones de consumo	8
33	Mecanismos y recursos financieros	6
34	Transferencia de tecnología	4
		Subtotal 23
		Categoría ambiental
18	Recursos de agua dulce	7
17	Protección de océanos, todo tipo de mares y áreas costeras	5
10	Enfoque integrado para la planificación y administración de recursos del suelo	3
12	Manejo de ecosistemas frágiles: Combate a la desertificación y la sequía	4
13	Manejo de ecosistemas frágiles: Desarrollo sustentable en áreas montañosas	3
14	Promoción de la agricultura sustentable y el desarrollo rural	7
11	Combate a la deforestación	4
15	Conservación de la diversidad biológica	2
16	Manejo ambientalmente limpio de la biotecnología	2
9	Protección de la atmósfera	6
21	Manejo ambientalmente limpio de desechos sólidos y aspectos relacionados con aguas servidas	5
19	Manejo ambientalmente limpio de sustancias químicas tóxicas	2
20	Manejo ambientalmente limpio de desechos peligrosos	4
22	Manejo seguro y ambientalmente limpio de desechos radioactivos	1
		Subtotal 55
		Categoría institucional
8	Integración del ambiente y el desarrollo en la toma de decisiones	4
35	Ciencia para el desarrollo sustentable	3
39	Instrumentos y mecanismos legales internacionales	2
40	Información para la adopción de decisiones	3
23-32	Fortalecimiento del papel de los grupos principales	3
		Subtotal 15
		Total 134

Fuente: United Nations, Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies, August, Nueva York, 1996.

Para el año 2006, un grupo de especialistas en indicadores de sustentabilidad se reunieron para revisar la lista que fue publicada en 2001, como resultado se presentaron 14 temas (que también agrupaban los 96 indicadores ya desarrollados), que a continuación se desglosan (UNDESA, 2007):

1. Pobreza:

- Proporción de población nacional que vive bajo la línea de pobreza
- Razón de distribución del ingreso nacional partiendo del quintil más alto al más bajo
- Proporción de población que utiliza una instalación sanitaria mejorada
- Proporción de la población con acceso a fuente de agua mejorada
- Distribución de hogares con electricidad y otros servicios de energía moderna
- Proporción de población urbana en barrios marginados

2. Gobierno

- Porcentaje de la población que ha pagado sobornos
- Número de homicidios intencionados por cada 100,000 habitantes

3. Salud

- Tasa de mortalidad en menores de 5 años
- Esperanza de vida al nacer
- Porcentaje de la población con acceso a servicios de atención primaria
- Vacunación contra enfermedades infecciosas infantiles
- Estado nutricional de niños
- Morbilidad de enfermedades principales como el VIH/SIDA, malaria y la tuberculosis

4. Educación

- Tasa bruta de matrícula en el último grado de primaria
- Tasa neta de matrícula en educación primaria
- Adultos con nivel secundaria
- Tasa de alfabetización de adultos

5. Demografía

- Tasa de crecimiento de la población
- Proporción de dependencia

6. Riesgos naturales

- Proporción de población que vive en zonas propensas a riesgos

7. Atmósfera

- Emisiones de bióxido de carbono
- Consumo de sustancias que afectan la capa de ozono
- Concentración ambiental de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas

8. Tierra

- Superficie de tierras cultivables
- Proporción de superficie boscosa
- Porcentaje de la población que vive en zonas costera
- Reserva de peces dentro de los límites biológicos segura
- Proporción de zonas marinas protegidas

9. Océanos, mares y costas

- Porcentaje de población total que vive en zonas costeras
- Proporción de stock de peces dentro de los límites biológicos seguros
- Proporción de áreas marina protegidas

10. Agua potable

- Proporción total de recursos hídricos utilizados
- Intensidad en el uso del agua en actividades económicas
- Presencia de bacterias fecales en agua potable

11. Biodiversidad

- Proporción de áreas terrestres protegidas, total y regiones ecológicas
- Variación del estado de especies protegidas

12. Desarrollo económico

- PIB per cápita
- Inversión como porcentaje del PIB

- Razón de deuda como porcentaje del ingreso nacional
- Tasa de empleo
- Productividad y costos laborales unitarios
- Participación de las mujeres en el empleo asalariado en el sector no agrícola
- Usuarios de internet por cada 100 habitantes
- Contribución del turismo en el PIB

13. Cooperación económica internacional

- Déficit de la cuenta corriente como porcentaje del PIB
- Asistencia oficial neta recibida u ofrecida para el desarrollo como porcentaje del ingreso nacional

14. Patrones de consumo y producción

- Intensidad material de la economía
- Consumo anual de energía
- Intensidad del uso energético, total y por actividad económica
- Generación de residuos peligrosos
- Tratamiento y eliminación de residuos
- División modal de transporte de pasajeros

Dentro del ámbito geográfico, los indicadores aplicados se clasifican en básicos y no básico. Los básicos son relevantes para la mayoría de los países; en tanto que los no básicos (complementarios), proporcionan información adicional o se refieren a problemas que son importantes en algunos países; cabe aclarar que aquí no se desglosa esa clasificación por el hecho de que tendrían que describirse por cada país y sus indicadores de manera particular.

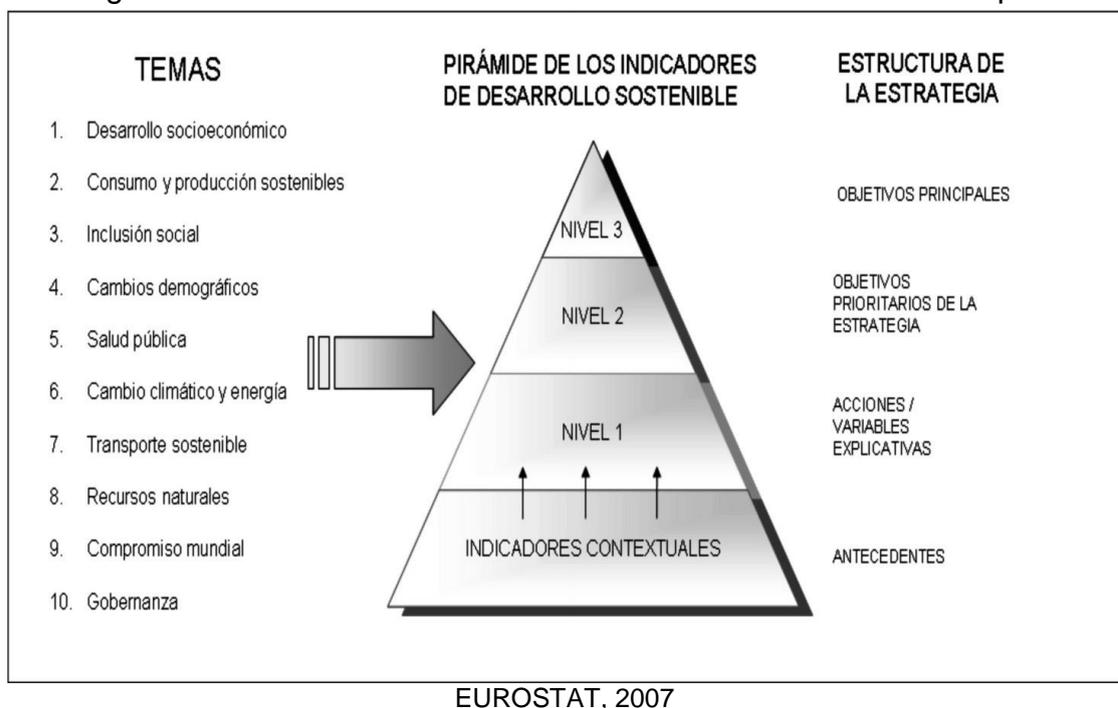
c) Sistema de Indicadores de la Unión Europea

El Sistema de Indicadores de la Unión Europea surgió con el objetivo particular de mejorar la calidad de vida y el bienestar para las generaciones presentes y futuras en el seno de la Estrategia de Desarrollo Sustentable en el año 2001 y actualizada en 2006. Esta estrategia establece el desarrollo de un sistema de indicadores para darle seguimiento bajo la EUROSTAT (Oficina Europea de Estadística); así mismo aplica un sistema de tercera generación basado en diez temas que incluyen los siete retos clave de la estrategia con el propósito de la prosperidad económica y los principios de rectores de buena gobernanza.

Este sistema de la Unión Europea se distribuye en una pirámide de tres niveles, los cuales reflejan la estructura de su estrategia señalando objetivos generales, objetivos operativos y acciones; se complementan indicadores contextualizados que contienen información de los antecedentes de cada tema, pero que no inciden

directamente sobre los objetivos de la estrategia (figura 7); se revisan cada dos años los indicadores determinando funcionalidad y si responden a las necesidades de los países de la Unión Europea.

Figura 7: Estructura del sistema de indicadores de la Unión Europea



d) Índice de Sustentabilidad Ambiental (Sustainability Index, ESI)

Propuesto por las Universidades de Yale y Columbia dentro del seno del Foro Económico Mundial (WEF), representa una nueva generación de medidas de desarrollo sustentable. Dicho índice sintético-global se presentó en el año 2001 en la Cumbre del G-8 en Davos y posteriormente se actualizó en 2002, se aplicó a 142 naciones basado en 5 dimensiones o componentes:

1. Sistemas medioambientales
2. Reducción de la presión sobre el medio ambiente
3. Reducción de la vulnerabilidad humana
4. Capacidad social e institucional
5. Gestión global

Estos componentes a su vez se integran en 20 indicadores subdivididos en 68 variables como se observan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Índice de Sustentabilidad Ambiental

Componente	Indicador	Variable
Sistemas de medio ambiente	Calidad del aire	Concentración de SO ₂ urbana
		Concentración de NO ₂ urbana
		Concentración de TSP urbana
	Calidad del agua	Agua renovable interna per cápita
		Ingreso per cápita de agua proveniente de otros países
	Calidad del agua	Concentración de oxígeno disuelto
		Concentración de fósforo
		Sólidos en suspensión
		Conductividad eléctrica
	Biodiversidad	Porcentaje de mamíferos amenazados
		Porcentaje de reproducción de pájaros amenazados
	Tierra	Porcentaje de tierra que tiene un muy bajo impacto antropogénico.
		Porcentaje de área de tierra que tiene un alto impacto antropogénico
Reducción de Tensiones	Reducción de la polución del aire	Emisiones de NO _x por área de tierra poblada
		Emisiones SO ₂ por área de tierra poblada
		Emisiones de VOC por área de tierra poblada
		Consumo de carbón por área de tierra poblada
		Vehículos por área de tierra poblada
	Reducción de las tensiones de agua	Consumo de fertilizantes por hectárea de tierracultivable
		Uso de pesticidas por hectárea de tierra cosechada
		Contaminantes orgánicos industriales por agua dulce disponible
		Porcentaje del territorio del país bajo estrés severo de agua

Esty, Daniel (2002)

(Continuación)

Componente	Indicador	Variable
	Reducción de la tensión del ecosistema	Cambio forestal cubre 1990-2000
		Porcentaje del distrito con excedencia de acidificación
	Reducción de desechos y tensiones de consumo	Huella ecológica per cápita
		Desechos radioactivos
	Reducción del crecimiento de la población	Tasa total de fertilidad
		Cambio porcentual en la población proyectada entre 2001 y 2050
Reducción de la Vulnerabilidad Humana	Sustento humano básico	Proporción de desnutridos en el total de la población
		Porcentaje de la población con acceso a suministro mejorado de agua potable
	Salud del medio ambiente	Tasa de mortalidad infantil a causa de enfermedades respiratorias
		Tasa de muerte debido a enfermedades infecciosas
		Tasa de mortalidad bajo -5
	Capacidad Social e Institucional	Ciencia y Tecnología
Índice de innovación tecnológica		
Promedio de años de educación		
Capacidad de debate		Organizaciones miembros de la IUCN por millón de población
		Libertades civiles y políticas
		Instituciones democráticas
		Porcentaje de variables ESI en conjuntos de datos disponibles al público
Autoridades del medio ambiente		Preguntas de la encuesta WEF sobre autoridades de medio ambiente
		Porcentaje de área de tierra bajo estado de protección
		Número de pautas sectoriales EIA
		FSC acreditó áreas de bosques como un porcentaje del total de áreas de bosques
		Control de la corrupción
		Distorsiones de precio (razón del precio de la gasolina con respecto al promedio internacional)
		Subvenciones para la energía o uso de materiales
Subvenciones para el sector pesquero comercial		
Grado de interés del sector privado		Número de compañías certificadas por ISO 14001 por millón de US\$ PIB.
		Índice del Grupo de sustentabilidad Dow Jones
		Promedio de la clasificación de las compañías (Average Innovest EcoValue)
		Consejo Comercial Mundial para los miembros de Desarrollo Sustentable

Esty, Daniel (2002)

(Continuación)

Componente	Indicador	Variable
	Eco-eficiencia	Innovación en el medio ambiente de parte del sector privado
		Eficiencia de energía (consumo total de energía por unidad de PIB)
		Producción de energía renovable como porcentaje consumo total de energía
Gestión ambiental mundial	Participación en esfuerzos de colaboración internacional	Número de membresías en las organizaciones inter-gubernamentales de medio ambiente
		Porcentaje del CITES que informa que se cumplieron los requisitos
		Niveles de participación en la Convención de Viena/ Protocolo de Montreal
		Niveles de participación en la Convención de Cambio Climático
		Participación del Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal
		Participación de las instalaciones ambientales globales
		Cumplimiento con los acuerdos sobre Medio Ambiente
	Emisiones de gases invernadero	Eficiencia, estilo vida del carbón (emisiones de CO ₂ per cápita)
		Eficiencia económica del carbón (emisiones de CO ₂ US\$ PIB)
	Reducción de presiones medioambientales transfronterizas	Consumo CFC (total de veces per cápita)
		Exportaciones de SO ₂
		Captura total de peces marinos
		Consumo per cápita de mariscos y productos del mar.

Esty, Daniel (2002)

e) Indicadores de Seattle Sustentable

Los indicadores son utilizados como un instrumento para orientar y evaluar el desarrollo de políticas urbanas sustentables, es decir evalúa tanto las condiciones de sustentabilidad de la ciudad como de la eficacia o inoperatividad de las políticas públicas. El criterio de selección del sistema de indicadores toma parte principal de la población y las características locales de manera concreta.

Los indicadores se agrupan en los siguientes temas (Sustainable Seattle, 1995):

- Medio ambiente
- Población y recursos
- Economía
- Cultura y sociedad

f) Programa de Indicadores de la comisión de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UNCHS/Hábitat)

Es un conjunto de indicadores referidos al medio urbano para establecer una Red de Observatorios Urbanos que permita la evaluación y control de la implementación de los Programas Hábitat y Agenda 21. Abarca las siguientes temáticas:

- Datos básicos
- Desarrollo socioeconómico
- Infraestructura
- Transportes
- Gestión medioambiental
- Gobierno local
- Vivienda

g) Indicadores de calidad de vida urbana en Argentina

En esta propuesta se establece una metodología para construir indicadores urbanos y un índice de calidad de vida urbana, para ello considera cuatro dimensiones:

- Hábitat
- Social
- Económica
- Subjetiva (encuestas)

El cuadro 3, que concentra las principales temáticas que se abordan en cada sistema, en él se hace una comparación de las dimensiones y categorías con respectivos indicadores que se aplicaron en cada caso:

Cuadro 3. Dimensiones, componentes, categorías, temáticas y el número de indicadores

Institución/país/ciudad	Dimensiones/componentes/categorías	Temas	No. de indicadores
Agencia Europea de Medio Ambiente		Contaminación atmosférica y agotamiento de la capa de ozono	6
		Biodiversidad	3
		Cambio climático	4
		Medio terrestre	2
		Residuos	2
		Agua	7
		Agricultura	2
		Energía	5
		Pesca	3
		Transporte	3
Institución/país/ciudad	Dimensiones/componentes/Categorías	Temas	No. de indicadores
Comisión de Desarrollo sustentable (ONU).	Sociales Económicos Ambientales Institucionales		41
			23
			55
			15
Sistema de Indicadores de la Unión Europea (EUROSTAT)		Desarrollo socioeconómico	15
		Consumo y producción sustentable	16
		Inclusión social	15
		Cambios demográficos	8
		Salud pública	12
		Cambio climático y energía	12
		Transporte sustentable	12
		Recursos naturales	13
		Asociación mundial	13
		Buena gobernanza	6
			Total: 122

Elaboración propia a partir de EUROSTAT, CDS y AEMA

(Continua)

(Continuación)

Cuadro 3: dimensiones, componentes, categorías, temáticas y el número de indicadores

Institución/país/ ciudad	Dimensiones/componentes/ Categorías	Temas	No. de indicadores
Índice de Sustentabilidad Ambiental (Yale/Columbia)	Sistemas medioambientales Reducción de la presión sobre el medio ambiente Reducción de la vulnerabilidad humana Capacidad social e institucional Gestión global		5
			6
			3
			4
			3
			Total: 21
Seattle Sustentable (EE.UU.)	Medio ambiente Población y recursos Economía Jóvenes y educación Salud y comunidad		7
			7
			10
			8
			8
			Total: 40
Institución/país/ ciudad	Dimensiones/componentes/ categorías	Temas	No. de indicadores
UN-HÁBITAT	Datos básicos Desarrollo económico infraestructura Transportes Gestión medioambiental Gobierno local Vivienda		5
			9
			4
			4
			5
			8
			10
			Total: 45
Calidad de Vida Urbana (Argentina)	Hábitat Social Económica Percepción de la población		7
			8
			5
			12

Elaboración propia a partir de las metodologías consultadas: Environmental Sustainability Index (2005); Indicators Sustainable Community (2004); Comisión de Desarrollo Sustentable (1996); EUROSTAT (2004); UN HABITAT (1997); Leva (2005).

Se observó que independientemente se hable de dimensiones o temas en la generación de indicadores, los instrumentos empleados en cada caso hacen referencia a temas sociales, económicos y ambientales de manera integral, respecto al número de indicadores es variado, resaltando el caso UN-Hábitat el de mayor cantidad, por el contrario, el de Yale es de menores indicadores.

i) Índice de Desempeño Ambiental

El Índice de Desempeño Ambiental (EPI, por sus siglas en inglés) de 2022 proporciona un resumen basado en datos del estado de la sostenibilidad en todo el mundo. Utiliza 40 indicadores de rendimiento en 11 categorías para evaluar 180 países sobre su progreso hacia la mejora de la salud ambiental, la protección de la vitalidad del ecosistema y mitigación del cambio climático. Estos aspectos están alineados a los Objetivos de la Agenda 2030 (Wolf, 2022)

j) Latinoamérica

Para el contexto de América Latina, existen diversas propuestas para la elaboración de indicadores en el marco de la sustentabilidad, a continuación, se mencionan algunas.

Para El Gran San Juan, Argentina, Nora (2016), propone el diseño de un cuerpo de indicadores urbanos como herramientas de monitoreo permanente y dinámico. Esta propuesta se realiza desde una perspectiva sistémica, que se centra en los aspectos físico-espaciales, socio-económicos y ambientales, que constituyen los principales subsistemas de acuerdo a los principios del desarrollo urbano sustentable. Cada subsistema se desagrega en ámbitos y sub-ámbitos que a su vez articulan y agrupan a los diversos indicadores principales e indicadores de interrelación.

Mesa (2020), desarrolla una metodología para ciudades intermedias en Colombia para la medición y evaluación de seis criterios de sostenibilidad urbana y aspecto físico (morfológico) para determinar la calidad de desarrollo urbano. El análisis consistió en la elaboración de un esquema de criterios (escala, accesibilidad, conectividad, densidad, diversidad y nodalidad), segmentos, unidades y referentes de evaluación que pueden aplicarse en diferentes paisajes urbanos, los cuales tienen como utilidad mediante una matriz de análisis en la comprensión de tejidos urbanos.

El Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) por su parte, periódicamente elabora un conjunto de indicadores de sustentabilidad urbana para capitales chilenas desde 2018, de acuerdo con el último reporte de 2020, presenta una radiografía de 16 ciudades con una propuesta de 30 indicadores organizados en cinco categorías: medio ambiente, salud, equidad, accesibilidad y gobernanza.

k) Agenda 2030

En el año 2015, en el seno de la Asamblea de las Naciones Unidas, los estados miembros aprobaron la Agenda 2030 para el desarrollo sustentable, documento que marca un horizonte común para orientar acciones multisectoriales a favor de las personas, la preservación del planeta, la prosperidad económica en disminución de las desigualdades, así como fomentar la paz y las alianzas.

La Agenda 2030 se centra en las personas y es universal y transformativa, que los objetivos de Desarrollo Sostenible y las metas son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible —económica, social y ambiental— y que la Agenda es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad que también tiene por objeto fortalecer la paz universal en un concepto más amplio de la libertad y que será implementado por todos los países y partes interesadas mediante una alianza de colaboración y reafirmando además todos los principios reconocidos en la Agenda y que la erradicación de la pobreza en todas sus formas y dimensiones, incluida la pobreza extrema, es el mayor desafío a que se enfrenta el mundo y constituye un requisito indispensable para el desarrollo sostenible (Resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas, julio 2017).

Además, se establece el marco de indicadores mundiales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, elaborado por el Grupo Interinstitucional y de Expertos, el cual es un instrumento voluntario e impulsado por los países que incluye el conjunto inicial de indicadores que se perfeccionará anualmente y se complementará con indicadores regionales y nacionales formulados por los Estados Miembros.

En ese contexto, se establecen 17 Objetivos para el desarrollo Sustentable, 169 metas y 230 indicadores globales. A continuación, se presenta la lista de los objetivos (Naciones Unidas, 2015):

- Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo
- Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible
- Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades
- Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos
- Objetivo 5. Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas
- Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos
- Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y

moderna para todos

- Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
- Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
- Objetivo 10. Reducir la desigualdad en los países y entre ellos
- Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
- Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
- Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
- Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible
- Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad
- Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas
- Objetivo 17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible

2.4. Métodos y técnicas para la generación de indicadores

A continuación, se exponen los principales métodos y técnicas de análisis estadístico que se utilizan en la derivación o integración de un índice (indicador sintético) para determinar el apropiado, es decir, el que permita medir y evaluar el caso de estudio. De acuerdo con su mayor difusión y aceptación, dentro de estas posibilidades se describen cinco de ellos:

- Análisis Multivariante (análisis de Componentes Principales)
- Análisis de la Distancia
- Agregación de Conjuntos Difusos
- Análisis del Biograma
- Construcción Ponderación Múltiple de un índice

De acuerdo con Castro Bonaño (2004), a continuación, recopilamos las principales características del análisis multivariante que tiene una aplicación en las ciencias sociales y ambientales; el análisis de la distancia tiene mayor aplicación en la elaboración de indicadores sintéticos en economía; y la de conjunto difusos en la medición del desarrollo ante la vaguedad de información disponible. Por otra parte, análisis del de biograma es un instrumento gráfico y el de ponderación múltiple consiste en una técnica de análisis lineal.

2.4.1. Análisis Multivariante

Análisis de Componentes Principales

Estudios de aplicación de este tipo de técnicas se han dirigido principalmente en análisis de Economía Regional, sobre todo cuando se trata de obtener medidas o parámetros que permitan explicar los niveles de desarrollo o bienestar de un territorio, para ello se recurre a modelos que tratan de determinar estructuras latentes en un conjunto de variables. Para el análisis de correlación se pueden identificar tanto técnicas como metodologías que refieren la regresión múltiple y modelos econométricos.

La definición de un modelo considerando el análisis de la correlación, implica el procedimiento siguiente:

1. Identificación y selección de las variables e indicadores relevantes: una vez que se definen las variables significativas del modelo a priori, se tienen que seleccionar los indicadores que reflejen su valor, esto puede ser en base a la correlación observada entre los indicadores y el objetivo de medida, o bien, de acuerdo con la varianza explicada por los mismos.
2. Normalización: la estandarización se realiza con el objetivo de salvar, para el caso de las variables cuantitativas, el problema derivado de la distinta unidad de medida y la forma funcional de los indicadores.
3. Ponderación: tiene importancia en la definición del índice final. Principalmente se pueden utilizar como ponderaciones los pesos implícitos en el modelo empírico, otros basados en hipótesis sobre su importancia en términos del objetivo final, o bien subjetivas. En este punto es importante la definición de los niveles críticos para la sustentabilidad.
4. Agregación y cálculo
5. Interpretación y/o evaluación.

Dentro del análisis multivariante clásico, el objetivo principal del mismo es el conocimiento del comportamiento colectivo de un conjunto de variables interrelacionadas de forma que sus efectos no pueden interpretarse únicamente por separado (Anderson, 1984). El análisis se centra en la definición e interpretación del valor teórico. Dicho valor se define como una combinación lineal de la realización de las variables aleatorias (X_j) con ponderaciones (w_j) determinadas empíricamente por la técnica multivariante específica, esto se aprecia en la ecuación 1:

$$\text{Valor teórico: } w_1 X_1 + w_2 X_2 + \dots + w_j X_j + \dots + w_p X_p + \quad (\text{ec. 1})$$

Dependiendo de la técnica multivariante, el valor teórico tendrá una función definida en base al tipo de análisis realizado: de dependencia o interdependencia. A manera de ejemplo, en el Análisis Factorial, que es una técnica para el análisis de

interdependencia, el valor teórico trata de representar las estructuras subyacentes o la dimensionalidad de las variables tal y como se representan en sus correlaciones.

Anderson (1984) generaliza los siguientes pasos dentro del análisis multivariante:

1. Definición del objetivo de la investigación, así como de la técnica multivariante conveniente.
2. Desarrollo y planeación del análisis, formulando los supuestos básicos del análisis.
3. Evaluación de los supuestos básicos y su incidencia en la capacidad para representar las relaciones multivariantes.
4. Estimación del modelo multivariante y valoración del ajuste del modelo.
5. Interpretación del valor teórico para identificar la evidencia empírica de las relaciones multivariantes de los datos.

Para aplicar la técnica multivariantes, es recomendable previamente hacer un análisis de los datos con la finalidad de conocer de una mejor manera las relaciones entre las variables, así como una mejor fiabilidad en los resultados obtenidos. Esto implica el siguiente procedimiento (Hair,1999):

1. Describir los datos mediante un análisis estadístico de medidas descriptivas.
2. Identificar y tratar datos ausentes y atípicos. Para ello se establecen las posibles causas, lo que llevara a distintos procedimientos en cada paso, tales como el mantenimiento de las variables o casos con este tipo de problemas, aplicar técnicas de imputación, o bien la eliminación del análisis.
3. Verificación de supuestos del análisis multivariante sobre las variables individuales, su distribución conjunta y el valor teórico final. Estos supuestos verían en cada técnica, pasando por la normalidad, la linealidad, la homocedasticidad o la ausencia de correlación en los errores.

Aparte de los supuestos derivados de la técnica multivariante específica, es necesario definir las hipótesis y requisitos para la elaboración de indicadores sintéticos, para ello Pena (1977) sugiere medir la calidad del desarrollo mediante el análisis de sus componentes de acuerdo con la naturaleza y uso de indicadores estableciendo 3 hipótesis iniciales:

- Hipótesis I. Completitud. Supone que el número de los componentes del desarrollo es completo, en el sentido de que están representadas todas las propiedades relacionadas con el objetivo buscado por el índice global.
- Hipótesis II. Bondad de los indicadores simples. Se acepta que los indicadores parciales o simples son "buenos" en el sentido de que miden adecuadamente los estados en que se encuentra cada componente en el momento del tiempo a que

se refiere (se minimizan los errores de medición)

- Hipótesis III. Objetividad. Se acepta que la finalidad buscada por el indicador sintético puede ser debidamente alcanzada mediante indicadores de percepción para el conocimiento del problema.

La importancia de estas hipótesis radica en que las dos primeras, implica el análisis de la correlación existente entre las variables a considerar. Por otro lado, Pena (1977) también define las condiciones que a priori han de exigirse a un indicador sintético genérico "I" en 7 postulados:

- Postulado I. Existencia y determinación. La función matemática que define el índice ha de existir y tener solución.
- Postulado II. Monotonía. El índice debe responder positivamente a una modificación positiva de los componentes y negativamente a una modificación negativa. Ello obliga en algunos casos a cambiar el signo de los indicadores cuya relación sea negativa con el objeto de medir (desarrollo).
- Postulado III. Unicidad. El índice ha de ser único para una situación dada
- Postulado IV. Invarianza. El índice debe ser invariante respecto a un cambio de origen o de escala de los componentes
- Postulado V. Homogeneidad. La función matemática que define el índice $I=f(I_1, I_2 \dots I_m)$ ha de ser homogénea de grado uno.

Este postulado es vital para la cardinalidad del índice, ecuación 2:

$$f(c.I_1, c.I_2, \dots c.I_m) = c.f(I_1, I_2, \dots I_m) \quad (\text{ec. 2})$$

- Postulado VI. Transitividad. Si (a), (b) y (c) son tres situaciones distintas del objetivo medible por el índice, e $I(a)$, $I(b)$ y $I(c)$ son los valores del indicador correspondiente a esas tres situaciones, debe verificarse con la ecuación 3:

$$[I(a) > I(b) > I(c)] \Rightarrow [I(a) > I(c)] \quad (\text{ec. 3})$$

- Postulado VII. Exhaustividad. El índice debe ser tal que aproveche el máximo y de forma útil la información suministrada por los indicadores simples.

Los índices elaborados mediante el análisis de la distancia cumplen estas condiciones, sin embargo, los indicadores basados en el Análisis Factorial no cumplen las propiedades siguientes (Zarzosa, 1996):

- El postulado III (si la extracción de factores no es mediante el método de los componentes principales),
- El postulado IV (se deben estandarizar previamente los indicadores),
- El postulado V, pues no se derivan medidas cardinales, sólo cardinales.
- El postulado VI, pues al modificar la matriz inicial y añadir un nuevo elemento o variable puede afectar a las ordenaciones finales en las puntuaciones de los factores.

Considerando como objetivo el establecimiento de una medida sintética del desarrollo, diversas críticas pueden efectuarse sobre las metodologías seleccionadas, tanto sobre los índices elaborados a partir de componentes principales como en las medidas de distancia.

La principal crítica está dirigida al no cumplimiento de alguna de las hipótesis de partida antes descritas, lo cual sumado a la asignación de ponderaciones en base a correlaciones empíricas, puede llevar a resultados fuera del contexto real. Si no se realiza una selección correcta de los indicadores simples, o si ésta no incluye las principales dimensiones del objeto de estudio, difícilmente el índice final indicará algo representativo acerca de la cuestión principal.

Además, las críticas enfocadas al uso de tales medidas sintéticas del desarrollo van dirigidas a los efectos que conlleva la selección correcta de los indicadores, su comparabilidad, la generalización excesiva, los efectos compensatorios, la mayor importancia de factores como el crecimiento económico o la renta, etc.

Dentro de la técnica multivariante, destaca el análisis de componentes principales, el cual es uno de los procedimientos propios de la estadística descriptiva más utilizados para sintetizar la información contenida en un número elevado de indicadores sobre diversos factores determinantes del nivel de desarrollo, calidad de vida, bienestar, etc.

Su principal objetivo, trata de explicar la mayor parte de la variabilidad total observada en un conjunto de variables con el menor número de componentes posibles (Jiménez, 1998). Por lo tanto, implica reducir la dimensión original de un conjunto p variables observadas llamadas originales, correlacionadas entre sí, en un nuevo conjunto de m variables ortogonales (no correlacionadas), denominadas componentes principales.

Estas técnicas fueron desarrolladas primeramente por Pearson (1901), Spearman (1904), Hotelling (1933), siendo muy utilizadas en análisis psicosociales por la Escuela de Chicago. Desde una perspectiva metodológica destacan trabajos de Kendall (1975), Harman (1976), Lebart (1977), Anderson (1984), Hair (1999), entre otros.

A partir de dichas correlaciones observadas entre las variables originales, se definen unas dimensiones subyacentes (los valores teóricos), que son los componentes principales, obtenidos como combinaciones lineales de las variables originales. Obtenidos los componentes o factores, mediante la observación de las cargas factoriales, se consigue una mayor interpretabilidad de las relaciones existentes entre los datos, así como la definición del grado de explicabilidad de cada variable, afrontándose con todo ello el objetivo principal de este análisis: el resumen y la reducción de los datos en un conjunto más pequeño de variables con la menor pérdida de información posible.

En referencia a los supuestos básicos del análisis de componentes principales, gracias a que se trata de una técnica con una clara base geométrica (Pearson, 1901), se pueden relajar o no consideraren sentido estricto aquellos referidos a normalidad y homocedasticidad (Uriel, 1995). No obstante, dado que la clave del análisis radica en la correlación lineal, resulta deseable cierto grado de multicolinealidad.

Realizando los pasos previos de la investigación multivariante arriba mencionados se seleccionan las variables relevantes a incluir en el análisis. Se debe puntualizar que, como señala Hair (1999), el análisis de componentes principales siempre producirá componentes, por lo que debe minimizarse el número de variables a incluir y no proceder con la selección de grandes cantidades de variables de forma indiscriminada, lo que conduciría a malos resultados y correlaciones deshonestas.

Otra característica de esta metodología es la necesidad de trabajar con variables medidas en una escala de intervalo o razón. La existencia de variables con menos categorías o incluso dicotómicas reducirá las correlaciones afectando el análisis factorial. La justificación a esta restricción es la baja robustez del coeficiente de correlación de Pearson a la no linealidad y a la presencia de variables con observaciones anómalas. Así mismo, es necesario trabajar con una base de datos completa, realizándose por ello un tratamiento de valores ausentes previos en su caso.

Los siguientes pasos suponen la elección de unas técnicas u otras, dentro del análisis factorial, por lo que pueden variar en cada investigación aplicada. Sin embargo, en el análisis empírico que precede al presente trabajo, el procedimiento general a seguir es el propio de un análisis de componentes normado.

2.4.2. Análisis de la Distancia P2 (ADP2)

Las medidas de distancia o disimilitud constituyen un enfoque muy habitual para el diseño de indicadores sintéticos económicos de coyuntura o medidas del desarrollo, la pobreza y la desigualdad (Fernández, 1992). Como argumentan Pena (1994) y Zarzoza (1996), los indicadores sintéticos elaborados sobre la base de las medidas de distancia satisfacen una serie de condiciones exigidas en un espacio métrico:

- a) No negatividad: la distancia es un número real único no negativo, tomando únicamente el valor cero cuando los dos vectores sean iguales, ecuación 4:

$$d_1(X,Z)=0; \text{ solamente si } X=Z \quad (\text{ec. 4})$$

$$d_1(X,Z)>0; \text{ para todo } X \neq Z$$

- b) Conmutatividad: la distancia entre el vector X y el vector Z es igual a la distancia entre el vector Z y el X, ecuación 5:

$$d_1(X,Z)=d_1(Z,X) \quad (\text{ec. 5})$$

c) Desigualdad triangular. Si se tienen tres vectores definidos en el mismo espacio vectorial tales como X, Y, Z, debe verificarse que la suma de las distancias de dos de ellos a un tercero ha de ser mayor o igual que la distancia existente entre ambosecuación 6:

$$d_I(X,Z) < d_I(X,Y) + d_I(Y,Z). \quad (\text{ec. 6})$$

Gracias a ello, estos indicadores pueden utilizarse para comparaciones entre distintos ámbitos y a lo largo del tiempo (siempre y cuando la base temporal sea la misma), dado que se consigue la denominada propiedad del mantenimiento de orden. La introducción de nuevos casos no supone la alteración de la ordenación entre los casos existentes, hecho que no ocurre en los indicadores elaborados a partir del análisis de componentes principales, por ejemplo.

Desde la perspectiva de la métrica euclídea, la distancia entre dos vectores o casos (i, i^*) se define como la raíz de la suma cuadrática de las distancias lineales proyectadas sobre el eje de coordenadas para las p variables consideradas, ecuación 7:

$$d(i, i^*) = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i^*j})^2} \quad (\text{ec. 7})$$

En ocasiones, como el análisis multivariante clúster, por ejemplo, se trabaja con la distancia euclídea al cuadrado, ecuación 8:

$$d^2(i, i^*) = \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i^*j})^2 \quad (\text{ec. 8})$$

En notación matricial, ecuación 9:

$$d^2(i, i^*) = (x_i - x_{i^*})'(x_i - x_{i^*}) \quad (\text{ec. 9})$$

O también se normaliza, dividiéndose entre las variancias de cada variable, ecuación 10:

$$d^2(i, i^*) = \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i^*j})^2 / \sigma_j^2 \quad (\text{ec. 10})$$

En notación matricial, ecuación 11:

$$d_e^2(i, i^*) = (x_i - x_{i^*})D_x^{-1}(x_i - x_{i^*})' \quad (\text{ec. 11})$$

2.4.3. Modelo de Agregación de Conjuntos Difusos

La información utilizada en la toma de decisiones referidas al bienestar o a la sustentabilidad no es perfecta, dada, entre otras cuestiones, la cualidad de concepto multidimensional a analizar. Este hecho cuestiona el llamado paradigma de la mensurabilidad completa o perfecta que ha sido la base del desarrollo científico clásico.

Existen ciertas trabas en términos de la calidad de la información, que sobre todo en las ciencias sociales, imposibilitan la medida completa de conceptos como el desarrollo. Éstos son, por orden de importancia, la concurrencia de incertidumbre e irreversibilidad, y de otro lado, la vaguedad y la subjetividad. El tratamiento de la información generada bajo estos elementos se ha realizado desde diversos enfoques propios de teorías de la medida y decisión (Roberts, 1979).

A) Incertidumbre e irreversibilidad

En la toma de decisiones bajo incertidumbre, tradicionalmente se diferencian dos tipos (Keynes, 1921): riesgo (débil) e incertidumbre (fuerte). El riesgo se refiere a las distribuciones de probabilidad basadas en clasificaciones de posibles eventos. La incertidumbre alude a sucesos cuya distribución de probabilidad no existe o no es completamente definible ante la falta de criterios de clasificación fiables. Frente a la incertidumbre, el principal instrumento es la teoría de la probabilidad, en todas sus vertientes, desde la frecuencialista a la bayesiana.

La ortodoxia aplicada a la teoría de la decisión bayesiana utiliza un mecanismo basado en la racionalidad subjetiva. El agente decisor, en base a sus creencias o conocimientos, genera probabilidades subjetivas de los estados de la naturaleza más relevantes, así como los resultados de las acciones disponibles. De esta manera no existe diferencia analítica relevante entre riesgo e incertidumbre. (Cyert y de Groot, 1987).

Sin embargo, esta solución necesita de un proceso de perfeccionamiento o aprendizaje siguiendo las reglas de decisión bayesianas. Dado que los individuos parten de un concepto subjetivo de la probabilidad (al no conocer el espacio probabilístico completo), se necesita establecer un proceso estocástico estacionario el suficiente tiempo para que se ajuste la toma de decisiones al mismo, como señala la racionalidad adaptativa (Lucas, 1986).

En la problemática asociada con la sustentabilidad, la toma de decisiones referida a la conservación o explotación de un recurso o ecosistema va irremediamente asociada a riesgo e incertidumbre (Ravetz, 2000). Por una parte, existe un cierto riesgo que es afrontado asignando probabilidades a los posibles eventos que aparecen en el corto plazo. De esta forma es posible maximizar el valor esperado

conocido el conjunto de posibles “estados de la naturaleza”: desarrollo económico total versus conservación total, así como todas las situaciones intermedias.

Por otra parte, se produce un elevado grado de incertidumbre sobre los efectos a largo plazo apareciendo problemas de irreversibilidad de los efectos derivados de la decisión adoptada, así como de aquellas otras implicaciones sobre el resto de los ecosistemas o la calidad/cantidad de los recursos no renovables y la biodiversidad (problema de la complejidad). No sólo se desconoce el abanico de posibles situaciones futuras y sus probabilidades, sino que además los daños ambientales producidos en el proceso de la toma de decisiones pueden ser irreversibles, dado el grado de complejidad de las relaciones éntrelos subsistemas socioeconómico y ambiental. Los agentes decisores carecen de una definición clara del espacio probabilístico dado que no conocen los posibles sucesos resultantes necesarios para asignar probabilidades. La irreversibilidad invalida la posibilidad aprendizaje o perfeccionamiento en la asignación de probabilidades, dado que no es posible repetir la regla de decisión si el recurso natural ha desaparecido.

Por regla general, la toma de decisiones de gestión ambiental maximizando el valor esperado se realiza no sólo desconociendo las probabilidades de determinados sucesos posibles, sino también la evolución futura de los efectos delas actividades humanas sobre la calidad de vida y la disponibilidad de los recursos naturales. Este hecho justifica el uso de instrumentos como el valor de opción (Smith, 1994), para descontar los efectos de irreversibilidad ambiental de determinada inversión, a manera de ejemplo: la transformación contra la conservación de un bosque, o la inclusión de proyectos-sombra (Pearce, 1989) en el análisis costo-beneficio tradicional a la hora de contar los gastos por deterioro ambiental. La consideración desde una perspectiva próxima al principio de precaución también ofrece un marco axiomático válido a la hora de modelizar la toma de decisiones con incertidumbre ambiental.

Diversas investigaciones señalan que el uso clásico de la probabilidad no resuelve satisfactoriamente la toma de decisiones con problemas de incertidumbre e irreversibilidad, necesitando la formulación de supuestos que suelen suponer grandes restricciones en la realidad. Como alternativa al análisis tradicional, se sugiere desarrollar técnicas basadas en la evaluación de alternativas o escenarios, y por lo tanto de valoración, aspecto que en la Economía del Medio Ambiente ocupa gran parte del discurso metodológico.

Otras técnicas de valoración económica activos ambientales en situaciones de incertidumbre e irreversibilidad son las medidas indirectas como el costo de viaje, la valoración contingente, entro otros (Freeman, 1992).

B) Vaguedad y subjetividad

Por otra parte, el estudio de la interacción entre los sistemas humanos y ambientales aparece un grupo de problemas relativos a la vaguedad, la imprecisión y la subjetividad, hechos que generan notable incertidumbre. No se trata, como antes, de un problema de incertidumbre estocástica sobre sucesos al menos bien definidos, sino que se trabaja con información que describe semánticamente de forma vaga los posibles estados del fenómeno. La información incompleta (vaguedad) e imprecisa es una característica fundamental de los sistemas complejos (Klir,1995) que también ha de encontrar indicadores incompletos o parciales referidos a la calidad del medio, el grado de bienestar subjetivo, la disponibilidad de recursos ambientales o el valor intrínseco de los mismos para diversos usos o entornos.

Los juicios de valor son un claro ejemplo de información vaga y subjetiva, especialmente en su forma lingüística, siendo expresiones subjetivas de determinadas observaciones cognitivas. En la mayoría de los casos, una representación lingüística de una observación o percepción cognitiva requiere una transformación menos complicada que otra representación numérica, y, por lo tanto, menos distorsionada. En los modelos tradicionales, las variables tradicionales son precisas, pero en el lenguaje diario y en la toma de decisiones, la imprecisión se manifiesta en la gran mayoría de representaciones de la realidad objeto de análisis. La afirmación “la calidad del agua es buena” encierra diversos puntos de vista para cada individuo y cada nivel de exigencia o exactitud. Lo que para una persona es considerado como “suficiente” o incluso “deficiente”, pues se trata de representaciones de un proceso de percepción subjetivo.

Tradicionalmente se ha despreciado la información vaga o difusa y la subjetiva dentro de los patrones de la evaluación del impacto ambiental (Glasson,1995). Este hecho constituye un error desde dos puntos de vista:

- Por un lado, el olvido de la información difusa parte de la no consideración de la visión ecosistémica, donde la cantidad de información y de entropía del sistema son referentes fundamentales para describir la evolución y grado de desarrollo de este.
- Por otra parte, la información subjetiva ofrece una perspectiva más cercana a la verdadera percepción social que del recurso natural se tiene. Se da incluso el caso de que no existan indicadores cuantitativos parecidos para significar ciertos ámbitos o dimensiones (percepción o satisfacción del medio, etc.)

La recogida y análisis de este tipo de información es de difícil modelación, dado que aparecen problemas derivados de incertidumbre y la imprecisión de las medidas y su comparabilidad, así como de su tratamiento junto a otras medidas cuantitativas (Munda, 1993). La modelización de la vaguedad obliga a considerar

distintos grados de seguridad o significatividad para un mismo concepto como “bueno” o “aceptable” por ejemplo.

La base teórica de los Conjuntos Difusos (Fuzzy Sets Theory), inicialmente fue desarrollada por Zadeh (1965), es una teoría matemática de la incertidumbre para modelizar situaciones donde los instrumentos tradicionales no conducen a resultados óptimos debido a la incertidumbre, vaguedad en la definición y caracterización de variables (no precisas) y subjetividad en la representación de los valores. Mediante la generalización de la idea clásica de conjunto, esta teoría traduce problemas a unos términos de incertidumbre difusa (Zadeh, 1965; Bellman y Zadeh, 1970), asociada no a la ocurrencia de un evento, sino al evento en sí mismo, el cual no puede describirse sin ambigüedad.

De acuerdo con Kosko (1990), la borrosidad describe el grado o intensidad en el que un evento ocurre, no cuando ocurre. En esta teoría se distingue claramente la posibilidad de un suceso de la probabilidad asociada al mismo.

Las aplicaciones pueden especificarse cuando: la información es imprecisa, el concepto a medir es impreciso, las reglas de decisión son imprecisas, o bien se desconocen los mecanismos internos del sistema.

En el análisis de sistemas sociales, ambientales (ecosistemas) o tecnológico, se observa que las conclusiones y predicciones realizadas dejan de ser fiables cuando aumenta el grado de complicación del sistema. Ello es debido a que la complejidad del sistema acarrea la necesidad de grandes cantidades de información, no necesariamente exacta o precisa a veces, hecho que dificulta la labor del investigador a la hora de interpretar simultáneamente las interrelaciones existentes.

Para tratar de explicar el fracaso relativo en el uso de las técnicas matemáticas tradicionales, Zadeh (1973) enuncia el *Principio de Incompatibilidad* en base a términos como complejidad y vaguedad hechos que provocan imprecisión y borrosidad: al aumentar la complejidad de un sistema, nuestra capacidad de realizar afirmaciones precisas y significativas sobre su comportamiento disminuye hasta un umbral pasado el cual la precisión y la significación aparecen como características mutuamente excluyentes.

Zadeh (1973) propone el llamado enfoque lingüístico para el análisis de los problemas y sistemas complejos. Una *variable lingüística* A , toma una *serie de valores lingüísticos* a_1, a_2, a_3 que son temáticamente equivalentes a determinados conjuntos difusos. Una vez definidos estos valores, es posible establecer las llamadas *relaciones difusas* entre variables lingüísticas (afirmaciones condicionales difusas) mediante una serie de reglas del tipo “si $A=a_1$ entonces $B=b_2$ ”, por ejemplo. En el caso en que se quieran componer dos relaciones difusas, para determinar el valor de la segunda variable lingüística se aplica la regla de indiferencia compuesta

o difusa que básicamente corresponde a la regla max-min entre relaciones difusas. Este tipo de aplicaciones de los conjuntos difusos ha dado lugar al desarrollo de una importante disciplina llamada Lógica Difusa y razonamiento aproximado”

Zadeh (1978) diferencia entre información vaga e información difusa: en la primera no se puede extraer información dada su ambigüedad; en el segundo tipo de información, hay cierta información, pero de forma poco precisa.

A partir de los conceptos básicos de la teoría de conjuntos difusos se han desarrollado otras ramas específicas centradas en el análisis de redes neuronales difusas, algoritmos genéticos, mapas cognitivos, etc. Las principales aplicaciones se encuentran en ciencias de los ámbitos de la ingeniería, tales como inteligencia artificial, sistemas expertos y de control, robótica, enfoque de imagen, reconocimiento de patrones etc., pero también cabida a las ciencias naturales (zoología, botánica), medicina, psicología y las ciencias económicas, en aspectos como la toma de decisiones, la investigación operativa y la gestión empresarial.

2.4.4. Análisis del Grado de Desarrollo de la Sustentabilidad con Biogramas

El instrumento de análisis denominado **Biograma** está conformado por una *imagen en telaraña* y el *índice integrado* de desarrollo sustentable (S3), instrumentos complementarios que permiten representar el grado de desempeño de una Unidad de Análisis, para un período determinado, utilizando para ello indicadores representativos de las diferentes dimensiones.

Adicionalmente, se considera importante incorporar el análisis de tendencias, por lo que se incluye la opción de visualizar el comportamiento de las variables utilizadas para calcular el índice de desarrollo sustentable, con el objeto de detectar, con mayor precisión, sus componentes y sus momentos críticos.

La unidad de análisis (UA) es el territorio, en el cual se implementarán estrategias, políticas e inversiones para superar las limitantes responsables de los desequilibrios espaciales. Se alerta que la unidad de análisis y acción está condicionada por las necesidades de cada usuario (o grupo de usuarios); así dicha unidad puede ser un país, una región, una cuenca, un cantón, una comunidad, un sector, un municipio.

Diagrama de la Telaraña

El **Biograma** – imagen de telaraña y el **S3** (Indicador Integrado de DS) representan el estado de desarrollo sustentable de la unidad analizada, la primera de manera gráfica y el segundo de forma cuantitativa, simbolizando ambos el estado de sustentabilidad del sistema. Al elaborar una medida de desempeño, se busca generar una primera aproximación del grado de desarrollo de las diversas dimensiones de la UA, a lo largo de un período de tiempo. La expectativa es que

esa “estimación” provea una base para el diseño de políticas e inversiones orientadas a la aplicación de medidas correctivas.

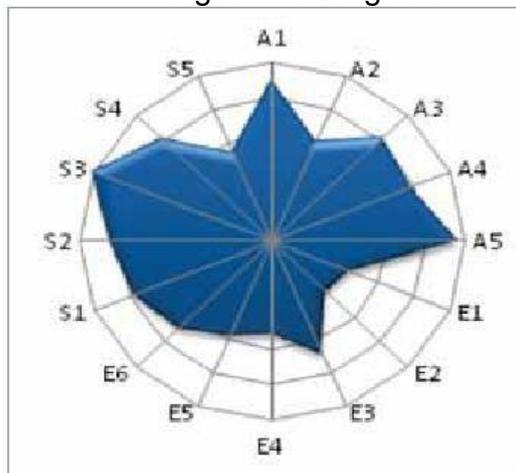
Es necesario aclarar que el método está concebido para generar un indicador proxy de desarrollo, es decir, es un instrumento mediante el cual se pueden determinar, en primera aproximación, el nivel de desarrollo relativo y, por ende, su estabilidad y sustentabilidad.

Se ha denominado **Biograma** al diagrama multidimensional y los Índices respectivos que representa gráficamente el “estado de un sistema”. Dicha imagen revela el grado de desarrollo sustentable de la unidad de análisis en cuestión, los aparentes desequilibrios entre las diversas dimensiones y, por ende, los posibles niveles de conflicto existentes. Además de generar un “estado de la situación actual” de la unidad estudiada, el Biograma, por su propia naturaleza, permite realizar un análisis comparativo del sistema analizado en diversos momentos de su historia; es decir, su evolución.

Por ejemplo, se puede analizar el grado de desempeño de una región determinada en las dimensiones ambiental, social, económica e institucional, para un periodo de 20 años, o bien, comparar su desarrollo en esas dimensiones con otras regiones, para un mismo período.

Las figuras 8 y 9 muestran las imágenes del Biograma General de una unidad hipotética para el año 1991 y la imagen representativa del Desarrollo Sustentable de Territorios Rurales. Éstas evidencian la lógica que las vincula y, al mismo tiempo, representa el nivel de desarrollo sustentable de acuerdo con las características presentada en el primer capítulo. Para la estimación de dicho Biograma General, se utilizaron indicadores reales de las dimensiones económica, social y ambiental. Se excluyó la dimensión político-institucional debido a la dificultad para obtener indicadores sólidos y confiables para realizar un análisis similar al que se aplica a las otras dimensiones.

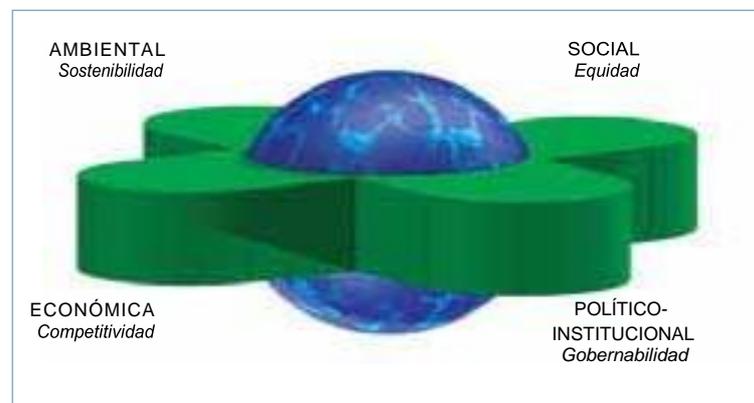
Figura 8. Biograma



La imagen del Biograma se representa mediante un gráfico de telaraña, en la cual cada radio (eje) representa un indicador de cálculo. En este caso en particular, para la estimación del Biograma se utilizaron 16 indicadores por lo que el gráfico de telaraña contará con 16 radios. Por definición, cada uno de los radios del círculo tiene un valor de 1, por lo que el valor de cada indicador individual variará entre 0 y 1, siendo 0 el nivel mínimo de desempeño y 1 el máximo. De esta manera, cuanto más amplia y homogénea sea el área sombreada, superior será el desempeño de la unidad estudiada.

Mediante esta representación gráfica se visualiza, de manera didáctica e instantánea, el estado de desarrollo general de la unidad de análisis en un momento determinado. También permite analizar varias UA en el mismo momento, esa telaraña representa la situación relativa de cada una de ellas y, por ende, permite realizar un análisis comparativo. Adicionalmente, la posibilidad de contar con representaciones gráficas para cada una de las dimensiones permite establecer el grado de desempeño de cada una. Eso proporciona una primera aproximación del grado de estabilidad de cada DA en forma individual, así como, permite formarse una idea de la contribución de cada dimensión al desarrollo sustentable del sistema.

Figura 9. Desarrollo sustentable de un territorio



Sepúlveda (2008:26)

La alternativa de visualizar en una sola imagen los desequilibrios del sistema, posibilita la identificación de la dimensión para la cual se requiere aplicar políticas, inversiones u otros instrumentos específicos, para corregir la situación. A continuación, se detallan en el cuadro 4 los indicadores utilizados para estimar el Biograma, dejando en claro que no son exclusivos para posibles aplicaciones en otros territorios:

Cuadro 4. Indicadores para estimar el Biograma

Indicadores de Desarrollo Sostenible (por dimensión)		
Ambiental	Económica	Social
A1. Consumo de combustibles renovables (% del total de energía)	E1. Ahorros domésticos brutos (% del PIB)	S1. Desempleo (% de la fuerza de trabajo)
A2. Consumo de energía eléctrica (kwh per cápita)	E2. Balanza cuenta corriente(% del PIB)	S2. Expectativa de vida total(años)
A3. Consumo de fertilizantes (100 gramos por hectárea de tierra arable)	E3. Formación de capital bruto (US\$ constantes de 1995)	S3. Fuerza de trabajo femenina(% del total de la fuerza de trabajo)
A4. Contaminantes orgánicos del agua (kg por día)	E4. Índice de precios al consumidor (1995=100)	S4. Líneas telefónicas (por cada 10.000 personas)
A5. Emisiones de CO ₂ orgánicos del agua (ton métricas per cápita)	E5. PIB per cápita (US\$ constantes de 1995)	S5. Tasa de alfabetización (% de personas mayores de 15 años)
	E6. Servicio de la deuda (% de los ingresos corrientes del gobierno central)	

Sepúlveda (2008:35)

En el *Biograma* se utilizan cinco colores para caracterizar fácilmente el estado de desarrollo sustentable de la unidad de análisis. Cuando el área sombreada equivale a un índice por debajo de 0.2, éste se representa en rojo, simbolizando un estado del sistema con una alta probabilidad de colapso. Para niveles entre 0.2 y 0.4 se utiliza el color anaranjado, indicando una situación crítica. De 0.4 a 0.6 el color es amarillo, correspondiendo a un sistema inestable. De 0.6 a 0.8 la representación es en azul, simbolizando un sistema estable. Finalmente, de 0.8 a 1 el color es verde y se considera como la situación óptima del sistema.

En la figura 10, se puede apreciar tal distribución de colores con su respectivo significado.

Figura 10. Estado del sistema



NIVEL DE ESTADO DEL SISTEMA

Si el área sombreada es de color	●	Alta posibilidad de colapsar	$S^3 < 0.2$
Si el área sombreada es de color	●	Nivel crítico	$0.2 < S^3 < 0.4$
Si el área sombreada es de color	●	Sistema inestable	$0.4 < S^3 < 0.6$
Si el área sombreada es de color	●	Sistema estable	$0.6 < S^3 < 0.8$
Si el área sombreada es de color	●	Nivel óptimo	$S^3 > 0.8$

Sepúlveda (2008)

Como ya se mencionó, el gráfico de telaraña del *Biograma* es complementado por el índice integrado de desarrollo sustentable (S^3) y ambos permiten cuantificar el desempeño de una unidad de análisis en un determinado período de tiempo. No obstante, es necesario guardar en mente que los datos, en su forma original, tienen diversos valores cuantitativos y representan múltiples unidades de medición. Para superar la heterogeneidad de la información, la metodología estandariza los datos viabilizando el análisis comparativo.

Es decir, transforma el valor de los diversos indicadores a una misma escala que fluctúa entre 0 y 1. Para tal fin, el método utiliza un tipo de función sigmoide, función de relativización la cual sirva de base para el análisis. Cabe enfatizar que esa estandarización de la información es crucial para el uso apropiado del Biograma.

El S^3 permite analizar la evolución de una UA a través de un periodo de tiempo determinado y/o establecer un análisis comparativo entre diferentes UA para un momento específico en el tiempo. Es decir, la metodología permite dos opciones; ya sea analizar la situación de una unidad de análisis para el período comprendido entre dos momentos (por ejemplo, 1997 y 2007), o comparar la situación de dos unidades de análisis para el mismo momento temporal (año, mes, etc.)

El índice integrado de desarrollo sustentable representa la situación general de todo el sistema, y su valor puede variar entre 0 y 1. Conforme el valor del índice se aproxima a 1, el sistema tiene un mejor desempeño de desarrollo. Situación contraria se verifica en la medida que el índice se aproxima a 0; es decir, el desempeño del sistema va empeorando. El valor numérico específico del índice facilita el análisis comparativo.

Debido a que el índice de desarrollo sustentable se elabora a partir de la situación de las diferentes dimensiones, es posible determinar la contribución de cada una de ellas al índice general mediante el cálculo de un índice por DA, lo que ayuda a la determinación de los posibles desequilibrios entre las mismas. El cálculo de índices individuales (por dimensiones) facilita la identificación del desempeño.

La metodología utilizada para la generación del índice de desarrollo sustentable (S3) y de la imagen del *Biograma*, se ha estructurado en una serie de pasos que se inician con la selección de la unidad de análisis, seguido por la definición de las dimensiones y de los indicadores correspondientes a cada una. Posteriormente, deben establecerse los niveles máximos y mínimos que tendrá cada variable, los cuales pueden provenir de los valores observados, de los límites de fluctuación, de los valores extremos resultantes de los porcentajes de acumulación escogidos de los niveles óptimos.

Por lo anterior, ahora es necesario explicar la metodología y procedimiento del biograma:

Proceso genérico de la Metodología

Como se mencionó anteriormente, la Unidad de Análisis (UA) es un territorio en el cual se realiza el análisis y evaluación del nivel de desarrollo sustentable. No obstante, el Biograma fue concebido para ser aplicado en un Territorio, su flexibilidad y amigabilidad permiten que se aplique en diversos tipos de unidades de análisis, como, por ejemplo: región, país, municipio, cuenca, comunidad. El usuario debe definir el número y el tipo de unidades que analizará. Puede aplicar la metodología a sólo un territorio o integrar en el análisis varias unidades de análisis.

El usuario puede, así mismo, elegir el número de dimensiones o componentes del sistema que reflejen de manera integral su estado. Si, por ejemplo, la UA es un país o una región, sus dimensiones podrían ser: económica, social, ambiental y político-institucional. Si es una cuenca, podrían considerarse cultivos, bosques y animales, o en el caso que ésta fuese un proyecto se podría utilizar sus diversos componentes. Esta metodología es abierta y permite realizar el análisis de series de datos para diferentes unidades de tiempo, acorde con el tipo de estudio que se desee realizar; así pueden utilizarse años, meses, semanas o días.

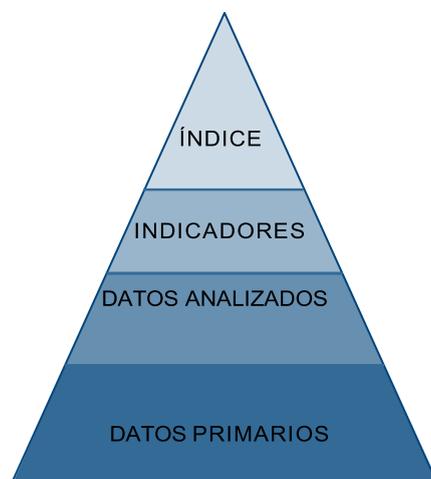
Los indicadores son aquellas variables que se analizan en cada dimensión y se transforman en la base de estimación de la estructura del Biograma. No es necesario que el número de indicadores por dimensión sea el mismo, siempre y cuando se mantenga cierto equilibrio en el número de indicadores entre las dimensiones. De esta forma, es posible imaginar una situación que incluya ocho indicadores en la dimensión económica y seis en la político-institucional. Parece razonable proponer que se utilicen por lo menos cinco indicadores por dimensión para poder realizar un análisis estadístico de cierta solidez.

Según Hammond (1995), los indicadores comunican información acerca del progreso hacia objetivos de diverso tipo, como puede ser los sociales, económicos, ambientales entre otros. Un indicador provee una pista para un asunto de mayor significancia o hace perceptible una tendencia o fenómeno que no es fácilmente detectable. Por lo tanto, el significado de un indicador va más que lo que realmente mide, y más bien representa un fenómeno de mayor trascendencia. A pesar de que los indicadores a menudo son presentados en forma estadística o gráfica, son distintos que los datos estadísticos o primarios.

De hecho, los indicadores e índices altamente agregados se encuentran en la punta de una pirámide de información cuya base la constituyen datos primarios derivados de monitoreo y análisis de datos. En ese contexto, los indicadores representan una síntesis de la realidad, tal como se manifiesta la Pirámide que jerarquiza la información (figura 11).

Para el autor mencionado, los indicadores proveen información en una forma más cuantitativa que sólo palabras o diagramas; implican una medida contra la cual algunos temas como el impacto de la política, pueden ser medidos. Los indicadores también proveen información en una forma más simple y entendible que estadísticas complejas u otra clase de datos científicos o económicos.

Figura 11. Pirámide de información



Fuente: elaboración propia basada en Hammond (1995:28)

La elección de *los indicadores* es una materia delicada que queda a total criterio del usuario. No obstante, es fundamental recordar que *deben estar apropiadamente sustentados por bases teóricas relacionadas con cada dimensión analizada*, ya que cada indicador debe reflejar coherentemente las variables explicativas para cada dimensión. El Biograma – S3 y la telaraña – son extremadamente sensibles al tipo de indicadores seleccionados. El grado desustentabilidad del desarrollo podrá ser sobre o subestimado debido a una elección apresurada o incorrecta de indicadores. Por eso, es de suma importancia tomarse el tiempo necesario y consultar las fuentes teóricas que fundamenten la incorporación de indicadores representativos en cada dimensión.

2.4.5. Construcción Ponderada Múltiple de un Índice

La descripción de esta técnica está basada en la propuesta de Leva (2005), la cual fue empleada para obtener un índice integrado (multidimensional) de calidad de vida urbana en Argentina. Este modelo implica la incorporación de las ponderaciones de cada uno de los indicadores de manera individual, así como de la ponderación de cada una de las dimensiones. De ahí que los valores de cada una de ellas estarán determinados por la suma ponderada de los indicadores que la integren, en tanto que el Indicador Integrado de Sustentabilidad tomará valor en función de la suma ponderada de las dimensiones que lo definen (Castillo, 2009), ecuación 12:

$$IIS = ID_1 * PD_1 + ID_2 * PD_2 + ID_3 * PD_3 + ID_4 * PD_4; \quad \forall PD_i \neq 0 \quad (\text{ec. 12})$$

En donde:

IIS: indicador integrado sustentabilidad

ID_{*i*}: indicador en la dimensión *i*

PD_{*i*}: ponderación asignada a la dimensión *i* en el cálculo del IIS

Se debe considerar que:

$$\sum_{i=1}^4 PD_i = PD_1 + PD_2 + PD_3 + PD_4 = 1 \quad (\text{ecuación 13})$$

Para obtener el indicador de sustentabilidad por dimensión se ponderan los indicadores simples en cada una de las dimensiones:

$$ID_i = \sum_{j=1}^4 I_{i,j} * P_{i,j} = I_{i,1} * P_{i,1} + I_{i,2} * P_{i,2} + I_{i,3} * P_{i,3} + I_{i,4} * P_{i,4} + I_{i,ni} * P_{i,ni}; \quad \forall P_{i,j} \neq 0$$

(ecuación 14)

Donde:

ID_{*i*}: indicador de calidad de vida urbana en la dimensión *i*

I_{*i,j*}: indicador simple *j* considerado en la construcción del indicador de calidad de vida urbana en la dimensión *i*.

P_{*i,j*}: ponderación asignada al indicador simple *j* en el cálculo del indicador de sustentabilidad en la dimensión *i*.

Se debe considerar que:

$$\sum_{i=1}^n P_{i,j} = IP_{i,1} + P_{i,2} + \dots + P_{i,n} = 1 \quad (\text{ecuación 15})$$

Ahora bien, las expresiones matemáticas que se utilizan para normalizar los indicadores con la finalidad de poder compararlos son que, los indicadores positivos consideran a mayor valor hay una mejor situación, los indicadores negativos afirman que, a mayor valor, se manifiesta una peor situación

Indicadores positivos: $I_x (+) = \frac{X - MIN_x}{MAX_x - MIN_x}$ (ec. 16)

Indicadores negativos: $I_x (-) = \frac{MAX_x - X}{MAX_x - MIN_x}$ (ec. 17)

Para ambas expresiones:

$I_x(+)$: indicadores positivos

$I_x(-)$: indicadores negativos

Ind_x representa cualquier indicador que se ha seleccionado

MIN_x es el mínimo posible que puede alcanzar el indicador

MAX_x es el máximo posible que puede alcanzar el indicador

Para fines de la presente investigación, la técnica adecuada en la medición y evaluación de la sustentabilidad urbana se considera la Ponderada Múltiple de Leva, esto porque permite integrar el índice de manera multidimensional, en ese sentido también se retoma el planteamiento de las dimensiones a través de indicadores sociales, económicos y ambiental, como lo refiere el caso expuesto por Sepúlveda.

Conclusiones:

Las primeras consideraciones tienen que ver con la definición general de un indicador, la cual va enfocada a la medición de un fenómeno, en este caso referido al ámbito urbano; una vez concebida esta idea, se abordaron las funciones de este, así como los criterios que deben cumplir y sus atributos; entre ellos se pueden mencionar: que tengan validez científica, que sean representativos y relevantes, medibles y comparables, vayan enfocados a la consecución de metas.

En ese orden, los indicadores a su vez permiten alcanzar otro nivel para conformar índices o indicadores sintéticos que permitan observar un fenómeno de manera integral, es decir, estos índices son un conjunto de indicadores; su utilidad viene en función de ciertos objetivos, tales como la de establecer dimensiones a través de ciertos indicadores que tengan una interrelación en un hecho. De aquí que su consideración sea pertinente debido a que la presente investigación trata precisamente de elaborar un Indicador Integral urbano.

Respecto a los sistemas de indicadores en el ámbito internacional se puede concluir

que en sus inicios algunas experiencias no iban enfocadas a la medición de la sustentabilidad, sino más bien a una representación de impactos ambientales, tal es el caso de los modelos de la OCDE y la Unión Europea; en contraparte, el caso Seattle y Yale/Columbia, tiene un enfoque más social; en lo que respecta a los indicadores de Naciones Unidas y de Calidad de Vida Urbana, incorporan elementos más característicos desde la perspectiva económica.

Conviene aclarar que estas experiencias de indicadores internacionales no pueden ser comparables en el sentido estricto, debido a que los fines que se persiguen son de diferente orden, además su objetivo no tiene que ver con la medición directa de la sustentabilidad, sino una aproximación a la cuantificación de ciertos fenómenos y sus componentes; sin embargo, su utilidad es que muestran una guía al momento de integrar las dimensiones con sus diferentes indicadores urbanos.

Una vez que se define un sistema de indicadores, el siguiente paso es determinar el método (o técnica) estadístico a través del cual se van a integrar las dimensiones y la estandarización de los indicadores para llegar a la construcción de un Indicador Integrado de Sustentabilidad.

Una vez revisadas las técnicas de elaboración de índices se debe precisar algunas consideraciones respecto a su empleo; por un lado, el análisis multivariante en términos generales tiene como objetivo conocer el comportamiento colectivo de un conjunto de variables interrelacionadas de tal forma que sus efectos no pueden interpretarse únicamente por separado, así mismo, permite encontrar espacios de dimensiones más pequeñas en los cuales sea posible observar a las variables de una mejor manera. Por otra parte, el hecho de requiere una base de datos robusta, esto puede derivar en una desventaja, dado que en su desarrollo conforme se aleja del primer componente principal, el nivel de certeza de la clasificación va disminuyendo proporcionalmente a la contribución que tienen los componentes sucesivos a la explicación del porcentaje total de la variación (Demey, 1994).

Es por ello, que, el no cumplimiento de alguna de las hipótesis descritas (completitud, bondad y objetividad) aunado a la asignación de ponderaciones en base a correlaciones empíricas puede llevar a resultados fuera de la realidad; en esta situación es posible incluir el Análisis de Componentes Principales.

Aún con estas limitaciones, se ha generalizado este tipo de técnicas para la elaboración de indicadores sintéticos sobre todo cuando se persigue como objeto de estudio una unidad de análisis y que no requiere de comparabilidad, tradicionalmente está más enfocado a los indicadores economicistas.

Respecto al Análisis de la Distancia, se puntualiza que la medida va más encaminada a los indicadores de coyuntura, de pobreza y desigualdad; sin embargo, puede ser muy útil en el análisis comparativo en diferentes ámbitos y diferentes periodos de tiempo siempre y cuando la base de datos para los años sea

la misma en los periodos de comparación.

El uso de Conjuntos es viable cuando existe información con medidas ambiguas, vagas o difusas, es decir, no existe algún patrón de referencia respecto a valores, ejemplo de ello son los impactos ambientales, de ahí que puede ser una técnica muy apropiada al momento de elaborar indicadores ambientales, pero una de las desventajas es que, al momento de agregar más información se va perdiendo fiabilidad, por lo cual se el investigador pueda tener llegar a resultados erróneos al momento de interpretar las interrelaciones de los indicadores, condición que limita hasta cierto punto la integración de más indicadores al sistema.

Para el caso análisis de la sustentabilidad con Biograma, es posible afirmar que tiene varias ventajas respecto a los anteriores, debido a que puede ser comparable en el tiempo y en regiones, considerando la evolución de la sustentabilidad de indicadores en sus diferentes dimensiones, sin embargo, su uso va más focalizado a unidades territoriales con características rurales, si bien es una buena propuesta para medir la sustentabilidad, una condición mínima necesaria pero a la vez importante es la disponibilidad de estadísticas para llevarla a cabo, para ello hay que recordar que una de las problemáticas de la elaboración de los indicadores es precisamente la información estadísticas a escalas pequeñas.

Ahora bien, la Construcción Ponderada Múltiple es un método de menor complejidad que los anteriores, pero la ventaja que resalta ante los otros, es que su elaboración permite integrar indicadores simples a partir de datos representativos que cumplen con los criterios que son necesarios para ello, además sus resultados pueden ser comparables en el tiempo y en diferentes unidades de análisis debido a que la información estadística, al menos para la ZMT y otras del Estado de México, esta desagregada y con la cual se pueden seleccionar los indicadores por dimensión para poder evaluar la sustentabilidad urbana. Otra de las ventajas que presenta la Ponderación Múltiple es que permite incorporar indicadores sucesivamente para darle mayor robustez el sistema, es decir, es perfectible.

Una de las críticas a la ponderación múltiple tiene que ver con la asignación de los pesos (ponderaciones), dado que el conocimiento del investigador sobre la unidad de análisis debe ser muy importante, además de que se sugiere el apoyo de expertos de diversas disciplinas para ello, dado que la jerarquización de ponderaciones es la parte medular del método.

En síntesis, la selección del método tiene que ver con la disponibilidad de la información, es por ello por lo que en el análisis multivariante es indispensable contar con una gran cantidad de datos para su validez, ante esto, dado que nuestro caso de estudio está limitado por la información, se tiene como propuesta la ponderación múltiple.

La importancia de describir las otras técnicas radica en conocer y comparar los

criterios para elaborar un índice, de esta forma identificar las bondades y desventajas que implica integrar una serie de indicadores de manera multidimensional. En ese contexto, la propuesta de medición y evaluación de la sustentabilidad urbana está referida al método de Construcción Ponderada Múltiple debido a las características de la información recolectada para elaborar los indicadores, el resto de las técnicas no fue viable para nuestro caso de estudio por la naturaleza de los datos que deben cumplir para someterlos como un indicador integrado, entre estos requisitos resaltan el número de datos o serie de tiempo, periodicidad y cambios de metodología, entre otros. A continuación, se muestra el desarrollo de la construcción de un indicador integrado para medir y evaluar la sustentabilidad.

CAPÍTULO 3.

METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD URBANA PARA LA ZMT

Recordando que el objetivo principal de la investigación es realizar un análisis teórico para proponer un modelo metodológico de un sistema de indicadores que permita la integración de indicadores simples en las dimensiones económica, social y ambiental para medir y evaluar el grado de la sustentabilidad urbana y ambiental en la Zona Metropolitana de Toluca para el periodo 2020. Derivado de esto, en el presente capítulo se tiene como objetivo exponer y desarrollar la construcción de un Índice Integrado para evaluar la sustentabilidad, en este caso empírico se aplica el método de Construcción Ponderada Múltiple, esta técnica está basada en la propuesta de Leva (2005), la cual fue empleada para obtener un índice integrado (multidimensional) de calidad de vida urbana en Argentina; de ahí que en el presente apartado, se aplica el método propuesto para evaluar la sustentabilidad urbana y la calidad de vida urbana para la zona metropolitana de Toluca, esto con la finalidad de corroborar que dicho método tiene la característica de ser replicado para estudios multidimensionales.

Por otro lado, se justifica el análisis de la calidad de vida debido a que tiene cabida en el desarrollo sustentable, tal como lo señala Hernández (2009), en la calidad de vida está implícita la idea de la sustentabilidad, ambos conceptos (sustentabilidad y calidad de vida) superan el concepto economicista del bienestar, el cual sólo es medible con el crecimiento económico y en estándares dotacionales, aunado a ello, la calidad de vida introduce los aspectos ambientales en intersección con las necesidades humanas.

Los análisis empíricos de sustentabilidad basados en un gran número de indicadores resultan ser complejos y llenos de dificultades debido a la gran cantidad de información multidimensional, que es necesario considerar de manera conjunta; por otro lado, una interpretación adecuada de tal magnitud de información obstaculiza la utilización de este tipo de análisis, como herramienta práctica de apoyo a la toma de decisiones públicas y privadas encaminadas a mejorar la sustentabilidad.

A pesar de que los índices representan una única medida de fácil interpretación que tiene la intención de servir como base para la toma de decisiones políticas, su construcción no es tarea fácil, además, las implicaciones de cada una de las metodologías existentes que tienen que ver con el diseño de los índices, plantean una serie de cuestionamientos, que si no se analizan adecuadamente pueden llevar a resultados equivocados, malas interpretaciones o en su caso a manipulaciones arbitrarias (Gómez-Limón y Arriaza, 2011).

Para dar solución a dicho problema, a lo largo del tiempo se han abordado diferentes aplicaciones metodológicas de agregación que resumen la información de los diferentes indicadores de base, considerados para el análisis de un índice o indicador sintético.

3.1. Diseño metodológico

La inclusión de indicadores como herramienta para la planeación urbana, cobra mayor relevancia desde el punto de vista metropolitano, debido al constante crecimiento demográfico y a la transformación del espacio físico generado por las actividades humanas, que a su vez dan origen a nuevas conformaciones de los territorios, por lo cual surge la necesidad de diseñar nuevos modelos de análisis para explicar los fenómenos urbanos, los cuales en conjunto con las propuestas de políticas públicas más eficientes minimicen los efectos negativos sobre el medio ambiente.

En la presente investigación, no sólo trata de construir un sistema de indicadores de sustentabilidad urbana que facilite la toma de decisiones, sino también de desarrollar un esquema metodológico para su identificación y análisis. En ese contexto, la selección de indicadores puede realizarse a través de dos métodos: el deductivo, cuando la información surge de un marco teórico, e inductivo cuando los indicadores son determinados por la disponibilidad de datos. En general los sistemas de indicadores combinan ambos métodos, sin embargo, debe quedar claro que mientras menos sofisticados sean los aparatos estadísticos y de recolección de los datos de las ciudades, el segundo predominará sobre el primero, como es el caso que atiende en la presente investigación.

El método de la investigación tiene un carácter hipotético-deductivo, considerando que el nivel de conocimiento esperado es de carácter analítico y descriptivo. Así mismo, el trabajo está sustentado bajo un enfoque economicista, dado que la implementación de las políticas de desarrollo sustentable tiene que ver desde una perspectiva institucionalista que generalmente atiende las necesidades sociales bajo un contexto de asignación eficiente de recursos.

Respecto al nivel de análisis de los indicadores, se considera de tipo cualitativo y cuantitativo, a pesar de que casos como los propuestos por la OCDE y el Banco Mundial manejan indicadores de tipo cuantitativos, no obstante, Gallopín (1997) sugiere agregar indicadores de carácter cualitativos, tal es el caso que aquí se expone, reconociendo que la agregación de los datos puede darse en los del tipo cuantitativo y que la agregación en indicadores cualitativos presenta algunas dificultades, para superarlas el mismo Gallopín afirma recomienda considerar al menos tres categorías: estándar, valor subjetivo y umbral; además de su temporalidad, significa el tiempo de la medición y el tiempo de su vigencia.

Con estos criterios, diversas fuentes manejan los indicadores del tipo cuantitativos (OECD, Banco Mundial, Adriaanse); no obstante, Gallopín (1997) agrega que los indicadores del tipo cualitativo deben considerarse también. Para nuestra investigación se analizan ambos tipos de indicadores, aunque se reconoce que la agregación de los datos puede darse en los del tipo cuantitativo, y que la agregación en indicadores cualitativos presenta dificultades. Se refuerza este criterio cuando se requiere establecer valores de referencia, para este caso Gallopín afirma que existen al menos tres categorías de este tipo: a) Estándar o norma, b) Valor objetivo y c) Umbral. Otra aportación sugerida por el autor es la de la temporalidad de los indicadores, lo que significa el tiempo de la medición y el tiempo de vigencia.

La revisión de la literatura de estudios empíricos similares muestra sesgos, tendencias conceptuales o prácticas que en un momento dado hacen imposible adaptar metodologías desarrolladas en otros contextos; sin embargo, partes importantes de estos y otros desarrollos teóricos provenientes de diversos planteamientos permitieron construir la propuesta.

Los criterios revisados para elaborar el marco conceptual dieron origen a los siguientes principios básicos para la selección de indicadores:

- Se basa en un análisis sistémico
- Análisis temporal retrospectivo, se basa en hechos ocurridos.
- Se requiere de un análisis multitemporal
- Se requiere de un análisis multiespacial
- Requiere de un análisis territorial
- Desprenderse de un enfoque antropocéntrico
- Además de la identificación de un problema, se requiere la comprensión del proceso urbano.

El término sustentabilidad urbana está fundamentada en la propuesta generalizada de las dimensiones social, económica y ambiental; esto remite a la selección de indicadores de los distintos componentes del desarrollo integral de una comunidad o ciudad, para ello es importante mencionar los principales aspectos para identificar los respectivos indicadores:

- Factor ambiental: constituido por aquellos elementos que definen el espacio físico donde se ubica la ciudad.
- Factor económico: compuesto por aquellas variables o indicadores que participan en el bienestar económico de los individuos.
- Factor social: comprende los elementos que caracterizan la calidad del hábitat urbano y que facilitan o permiten la interrelación entre los individuos.

La presente investigación se ubica dentro del estudio del urbanismo en la línea denominada Sustentabilidad Ambiental Urbana, desde un punto retrospectivo, es decir, considerando datos de un periodo de tiempo transcurrido, en el caso empírico

que atañe a la investigación se refiere a información del año 2020; con respecto al análisis de los datos, es de corte transversal dado que implica estudiar variables (indicadores) de manera simultánea en un momento determinado para la Zona Metropolitana de Toluca ubicada en el Estado de México, la cual consta de 16 municipios, (delimitación por la Secretaría de Desarrollo Social, el Consejo Nacional de Población y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía): Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Tenango del Valle, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec.

Dentro de las interpretaciones de la sustentabilidad urbana, la que predomina es la perspectiva económica, en la cual se establece la justificación que para lograr un proceso de desarrollo debe mantenerse la equidad intergeneracional, haciendo que el stock de capital (entendido como la capacidad productiva en sentido genérico, tanto de origen natural como construido por el hombre) que se herede a la próxima generación, al menos debe ser el mismo que la generación actual (Turner, 1993). A pesar de que algunos autores le confieren una explicación a la sustentabilidad en términos patrimoniales, también tiene connotaciones, económicas, sociales y ambientales, de lo cual se deduce su carácter multidimensional. En ese sentido, la evaluación de la sustentabilidad requiere la aplicación de casos concretos, como es el que se aborda en el presente trabajo focalizado a la ZMT para el año 2020.

Los indicadores son variables que informan sobre el estado de funcionamiento de un sistema, sea éste una máquina, un ser humano, un ecosistema, el urbano como es nuestro caso. Así pues, los indicadores de sustentabilidad son atributos cuantificables de un sistema que puede juzgarse en relación con su sustentabilidad (Kuik, 1999). La principal virtud de este enfoque es la posibilidad de superar las dificultades antes comentadas en relación con el concepto de sustentabilidad para su desarrollo operativo.

El esquema metodológico aquí propuesto se basa en la cuantificación del desempeño de cada una de las dimensiones mencionadas a través de una batería de indicadores definidos con este propósito, y su posterior análisis conjunto al objeto de realizar una valoración integral de la información suministrada por la totalidad de los indicadores considerados (Bell y Morse, 2008).

En lo que atañe al diseño y cálculo de indicadores relativos a los aspectos ambientales, económicos y sociales, cabe afirmar que hace ya décadas que se cuenta con análisis teóricos suficientemente contrastados y susceptibles de aplicación empírica. La definición de indicadores urbanos, sin embargo, está algo menos desarrollada, aunque se han realizado avances muy importantes en esta línea a lo largo de la última década, sobre todo a los ofrecidos por la OCDE, la Unión Europea y otros grupos de investigadores.

Teniendo en cuenta los actuales conocimientos para el desarrollo metodológico

de la elaboración de indicadores de sustentabilidad urbana, se tomaron en cuenta los criterios indispensables:

1. El primero de ellos es el de la *fiabilidad* del método, lo cual se pretende alcanzar sobre la base de una adecuada selección de indicadores, adaptada a las condiciones particulares de la ZMT.
2. El de la *aplicabilidad* del método de evaluación, posibilitando que éste sea de aplicación fácil, rápida y económica. Sólo de esta manera será posible su aplicación al mundo real de una forma extensa, posibilitando así que su implementación constituya un soporte informativo válido para la mejora en los procesos de diseño y aplicación de las políticas públicas a las ciudades

A pesar de considerar estos dos aspectos, existen otras problemáticas que tienen que ver con la cuantificación de la sustentabilidad, en su mayoría estas dificultades tienen que ver con la complejidad de interpretar conjuntamente los múltiples indicadores, que requiere este tipo de análisis, situación que puede obstaculizar precisamente el uso de este análisis como herramienta práctica de apoyo a la toma de decisiones.

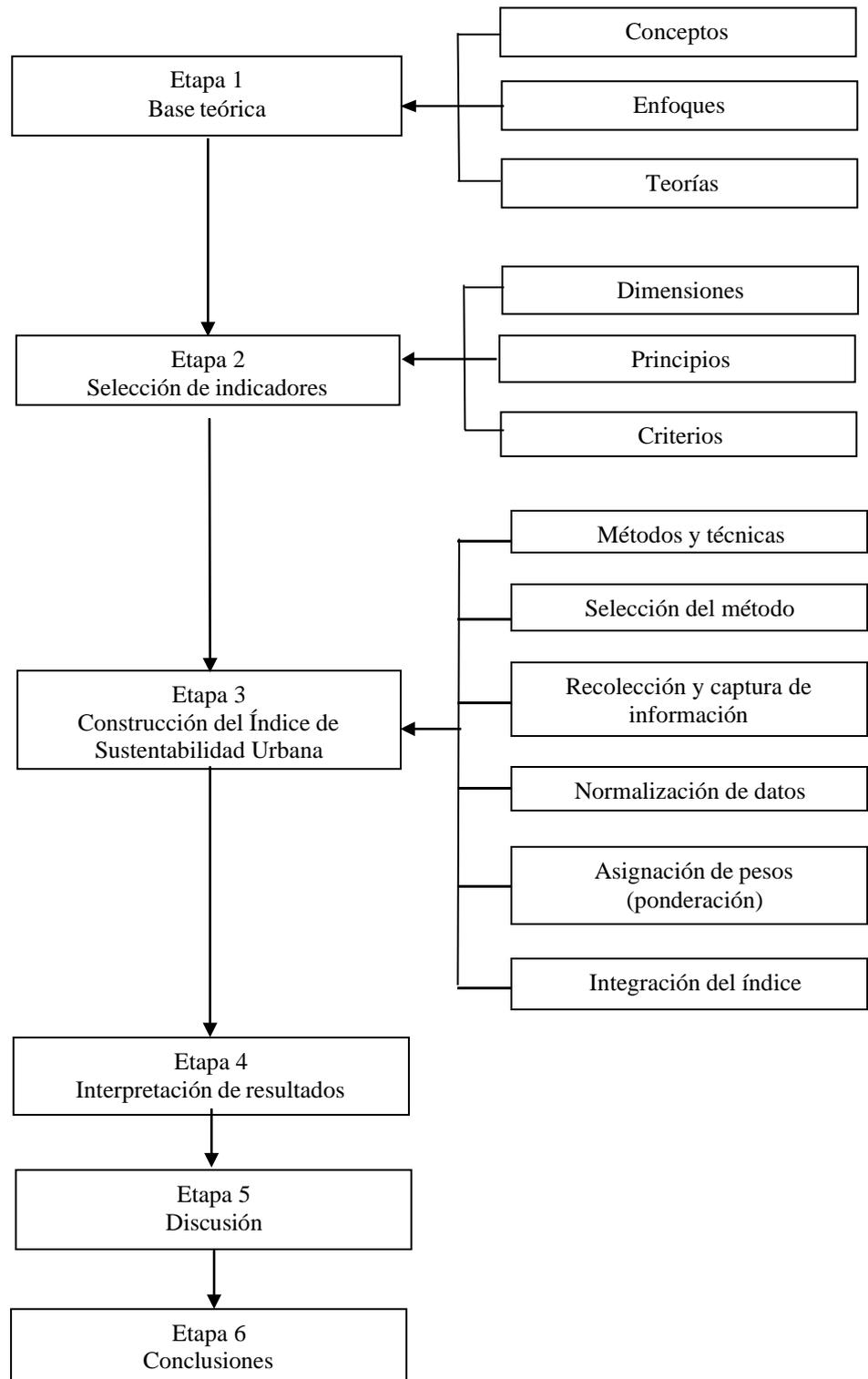
Bajo estas circunstancias, el caso de estudio de la generación de un indicador integrado para la Zona Metropolitana de Toluca aquí presentado, el problema fue superado a través de la aplicación de un método de agregación de los conjuntos multidimensionales en indicadores sintéticos o índices. En este sentido, la metodología de indicadores integrados (índices de sustentabilidad o indicadores sintéticos) permite un análisis resumido de la información resultante de la gama de indicadores, utilizando para ello diferentes sistemas de agregación válidos que tengan en cuenta esas particularidades de los componentes de la sustentabilidad.

Para gestionar la gran cantidad de información suministrada por los métodos basados en indicadores (multitud de indicadores y unidades de análisis) se han desarrollado diferentes marcos teóricos, los cuales son construidos al objeto de orientar la implementación de este enfoque metodológico, especialmente durante las primeras etapas, encaminadas al desarrollo del sistema de indicadores. Así, su objetivo último es conseguir que el conjunto de indicadores calculados permita ofrecer una visión integrada y coherente del fenómeno de la sustentabilidad, permitiendo además que a través del análisis puedan estudiarse las relaciones causales y de interdependencia que lo caracterizan (Gómez-Limón, 2011).

En los trabajos de diferentes grupos de investigadores que han ido reflejando sus distintas propuestas de marcos teóricos en la literatura, destaca el marco metodológico de evaluación de la sustentabilidad propuesto por Sauvenier (2006), Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework el cual se adapta a la investigación aquí propuesta. Dicho marco propone evaluar la sustentabilidad mediante el empleo de una estructura jerárquica, por orden decreciente, considerando los niveles a partir del objetivo de la sustentabilidad

urbana: principios, criterios e indicadores (figura 12).

Figura 12. Desarrollo Metodológico



Fuente: elaboración propia

A continuación, se presentan las etapas y su descripción para la elaboración de un indicador integrado:

Etapa 1. Análisis teórico-conceptual

De acuerdo con la figura 1, en la primera etapa denominada la base teórica y conceptual, la literatura revisada fue bajo un contexto predominantemente economicista, y es precisamente el enfoque del presente trabajo;

Etapa 2. Selección de indicadores

En lo que respecta a la segunda etapa, la selección de indicadores implicó en primer momento determinar las dimensiones de la sustentabilidad urbana, para ello se convergió en los tres ejes rectores generalizados, es decir, social, ambiental y económico, además dicha selección debió cumplir con ciertos principios y criterios que le dieron validez a la implementación empírica, entre los que destacan: la disponibilidad de información, base analítica sólida, mensurabilidad, relevancia para la sustentabilidad del sistema en cuestión, transparencia, relevancia política, sensibilidad a los cambios espacio-temporales. En ese sentido el análisis arrojó un total de 54 indicadores: 29 para la dimensión social, 13 para la ambiental y 12 para la económica.

Etapa 3. Construcción de indicadores

En la tercera etapa se abordó la parte empírica para la construcción de un indicador integrado de sustentabilidad urbana. El punto de partida fue la elección del instrumento a través del cual se determinó la construcción del índice sintético, para ello fue necesario revisar algunos métodos, entre los que destacan los derivados de técnicas Multivariantes, Biograma, Análisis de la Distancia, Conjunto Difuso y el de Ponderación Múltiple, resultado de esto fue la elección de este último como un método pertinente para nuestro caso de estudio. El método de Ponderación Múltiple consiste en asignar ponderaciones (pesos) a cada uno de los indicadores considerando una jerarquización de estos, que idealmente reflejen relevancia social respecto a la sustentabilidad urbana.

El uso de los métodos de agregación se justifica debido a que los estudios empíricos de sustentabilidad se basan en un gran número de indicadores que resultan ser muy complejos al momento de analizar e interpretar los fenómenos debido a que concentran un gran número de información multidimensional, este problema se superó con la agregación de tal manera que se resumió la información de los diferentes indicadores de base para el análisis en un índice o indicador sintético.

La principal ventaja de los indicadores integrados se refiere a la reducción compleja de la información que viene de múltiples aspectos, que de otra forma se podrían percibir en mutuo conflicto. Esto implicó reducir múltiples dimensiones a un solo contexto un evento y que además tienen la bondad de ser interpretados por su capacidad de síntesis al reducir una gran lista de indicadores. Por otra parte, suelen ser de interés para el público en general por su característica de comparabilidad entre unidades de análisis y su evolución. Esto es importante porque puede facilitar la evaluación de las políticas instrumentadas desde los diferentes niveles de gobierno.

En contraparte, la elaboración y uso de índices de sustentabilidad presenta algunas limitaciones debido a que pueden proveer mensajes confusos y no robustos si no se tiene un buen soporte al momento construirlos de manera correcta. Esto obliga a que en su proceso de construcción se realicen análisis de sensibilidad y robustez.

Además, la complejidad de un tema en un valor que, supuestamente, lo mide “todo” puede dar lugar a sesgos de percepción y/o conformación, o en su caso la simplificación excesiva. En este sentido, la agregación ponderada de diversas dimensiones puede traer de manera implícita niveles de incertidumbre asociados a esta integración de diversas escalas y dimensiones que el indicador compuesto pretende sintetizar. Ante esto, conviene evitar la redundancia de seleccionar los datos que formarán parte del indicador compuesto.

Siguiendo con la construcción del índice, en esta tercera etapa se hizo la búsqueda y registro de los datos para cada indicador de acuerdo a las dimensiones, dado que esta información no es homogénea, esto es, está en diferentes unidades de medida, para resolver dicha inconsistencia, se procedió al proceso de normalización (estandarización) mediante la técnica conocida como “puntos de correspondencia”, para tener una unidad de medida común y que de acuerdo a la su clasificación, se eligió la transformación con cambio de magnitud a escala fija donde se asignaron valores del rango de 0 a 100, donde los valores cercanos a cero son situaciones peores de sustentabilidad y cercanos a cien la condición es mejor, en este procedimiento es importante también determinar la dirección negativa y positiva de cada uno de los indicadores.

De los resultados obtenidos de este paso, conviene establecer una serie de parámetros cualitativos para identificar los niveles de sustentabilidad para cada indicador, de acuerdo con evidencias empíricas se sugirió contemplar cinco intervalos: 0-20 (muy mala), 20-40 (mala), 40-60 (regular), 60-80 (buena) y 80-100 (muy buena). Esta escala se avaluó para cada indicador, por dimensión y el indicador integrado que se calculó posteriormente.

Para lograr la integración del indicador de sustentabilidad urbana mediante la ponderación múltiple, fue necesaria la asignación de pesos para cada indicador

normalizado, en este caso, se estableció la jerarquización de los indicadores y además el valor de cada indicador se ubica entre 0 y 1, y se asume que la sumatoria de las ponderaciones debe ser igual a 1. Este procedimiento, también se hizo por dimensión, esto en convergencia con el equilibrio entre los tres pilares de la sustentabilidad con el mismo peso. El valor obtenido se evaluó de acuerdo con las escalas de los cinco parámetros. Éste es precisamente el Indicador Integrado de Sustentabilidad Urbana para la ZMT.

Etapa 4. Aplicación de indicadores al caso de estudio

La cuarta etapa consistió en analizar e interpretar los resultados desde una perspectiva integral para el caso de estudio para destacar los indicadores, dimensiones o valores, en particular los que merecen mayor atención para que puedan indicar el estado de la sustentabilidad urbana a través de la evaluación.

Finalmente, en la quinta y sexta etapa se discutió acerca de las limitaciones y reservas que implicó cada uno de los métodos abordados para la construcción de un indicador sintético de una manera crítica, así como de un análisis comparativo de los resultados aquí presentados con respecto a otras evidencias empíricas para obtener conclusiones de carácter teórico y metodológico.

De lo anterior, se generaliza que la recolección de datos para los indicadores puede variar en la utilización de datos “duros”, esto es, los datos publicados que son adecuados, pero de los que no se puede disponer fácilmente para todos los indicadores, y el empleo de datos “blandos” como son la evidencia indirecta o la opinión informada de expertos; lo recomendable es utilizar datos publicados siempre que existan y sean lo suficientemente recientes. El problema principal en la recolección de indicadores urbanos es el que existen diversas instituciones gubernamentales, no gubernamentales y privadas que tienen datos parcializados sobre las distintas dimensiones.

Dada la característica de la elaboración de indicadores integrados, no es conveniente establecer variables dependientes e independientes, dado que la investigación no busca en sí determinar causa-efecto en el sentido estricto, esto porque el estudio busca más bien una interpretación de un fenómeno llamado sustentabilidad desde un enfoque multidimensional a través de la evaluación. Sin embargo, para fines prácticos y a reserva del argumento señalado, se establecieron las variables (indicadores) siguientes:

- **Variable dependiente:** se considera el índice Integrado de Sustentabilidad
- **Variables independientes por dimensión (indicadores):**

Dimensión social: crecimiento porcentual población, porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua, porcentaje de viviendas con energía eléctrica, porcentaje de viviendas con telefonía fija, porcentaje de viviendas con celular, porcentaje de viviendas con computadora, porcentaje de viviendas con internet, porcentaje de viviendas con piso diferente de tierra, promedio de ocupantes por vivienda, promedio de escolaridad, porcentaje población analfabeta de 15 años y más, habitantes por biblioteca, porcentaje de población derechohabiente, relación hombre-mujer, índice de envejecimiento, tasa bruta de natalidad, Tasa bruta de mortalidad, tasa de mortalidad infantil, habitantes por unidad médica, habitantes por personal médico, alumnos por escuela, alumnos por maestro, maestros por escuela, homicidios por cada 10 000 habitantes, robos por cada 10 000 habitantes, participación ciudadana (votaciones municipales), casos positivos COVID-19 por cada 10 000 habitantes, tasa mortalidad covid-19 por cada 10 000 habitantes y el índice de letalidad por COVID-19

Dimensión ambiental: densidad media urbana, porcentaje población urbana, porcentaje de superficie forestal, porcentaje de superficie sembrada, porcentaje de superficie afectada por incendios, densidad de carreteras, consumo de energía per cápita, recolección residuos sólidos, contaminación partículas PM10, vehículos por cada mil habitantes, dotación agua, demanda de agua y porcentaje de viviendas con drenaje.

Dimensión económica: porcentaje de población económicamente Activa (PEA), porcentaje de población ocupada de la PEA, PIB per cápita, deuda pública per cápita, inversión pública en desarrollo económico, inversión pública en desarrollo social, razón de dependencia económica, inflación, Índice Municipal de Actividad Económica, Índice de Desarrollo Humano y línea de pobreza por ingresos.

Fuentes de información: Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), Estadísticas de Medio Ambiente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), Estadística Municipal Básica del, Instituto de Información e Investigación, Geográfica, Estadística y Catastral (IGCEM, 2021), Inventarios forestales de Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE, varios años), Comisión del Agua del Estado de México (2020), Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2020), Índice Nacional de Precios al Consumidor del Banco de México (diciembre, 2020), Informe del Índice de Desarrollo Humano Municipal en México (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2020).

El Método empleado para la integración del indicador de Sustentabilidad Urbana es el Promedio Ponderado Múltiple, el cual consiste en la asignación de pesos (ponderaciones) a los indicadores simples considerando una jerarquización de estos, que idealmente reflejen relevancia social, económica y ambiental respecto a la sustentabilidad.

3.2. Construcción del Índice de Sustentabilidad Urbana

En este apartado se muestran las etapas necesarias para la construcción del indicador integrado, el procedimiento implica desarrollar básicamente 4 etapas, de acuerdo con Boulanger (2004):

Etapa 1. Análisis teórico-conceptual

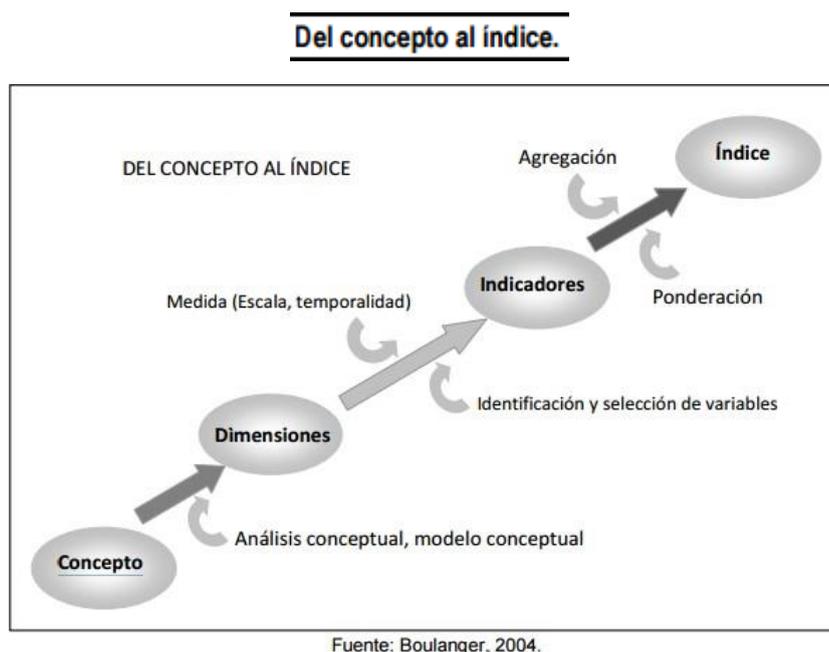
Etapa 2. Selección de indicadores de acuerdo con dimensiones

Etapa 3. Construcción de indicadores

Etapa 4. Obtención del índice integrado y su aplicación de indicadores al caso de estudio

En la figura 13 se representa la estructura general de las fases para elaborar índices (Boulanger, 2004):

Figura 13. Fases de elaboración de los índices



Complementando estas 4 etapas, se puede generalizar la construcción del Índice de Sustentabilidad Urbana en los siguientes pasos a partir de la metodología sugerida por Leva (2005):

1. La definición del marco conceptual
2. Selección de indicadores
3. La recolección de información a través de las fuentes estadísticas
4. Aplicación del método de ponderación múltiple
5. Interpretación de resultados y conclusiones

A continuación, se describe cada uno de estos pasos:

3.1.1. La definición del marco conceptual

Desde una visión economicista, el medio ambiente y los recursos naturales contemplan tres funciones básicas (PNUMA, 1997): como input productivo, como destino de los residuos y como origen de servicios recreativos. Con una visión más ambientalista destaca la función de soporte de la vida; para Reed (1994) y Hammond (1995), las funciones del medio ambiente para la vida humana son tres: primero, es la fuente de la energía, alimentos, materiales y demás recursos naturales; segundo, como vertedero de los residuos y recursos ya utilizados; y tercero, como soporte de vida y definitorio de su calidad.

En lo que se refiere al concepto de sustentabilidad integrado por los tres componentes (social, ambiental y económico), es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones (Munasinghe, 1993):

- Debe ser un concepto integral: visión clásica en diferentes componentes que considera los tres pilares de la sustentabilidad, ambiental, social y económica.
- Medidas tradicionales del bienestar: el desarrollo urbano se contempla con los conceptos tradicionales de crecimiento económico y bienestar aplicados a los aspectos urbanísticos junto a los tres pilares de la sustentabilidad; además, se deben incluir aquellos factores referidas a la calidad y distribución de este y sus repercusiones ambientales.
- Medida del capital urbano: mantenimiento del stock de capital urbano total a partir de la aproximación de los componentes de capital ambiental, humano y económico.
- Desarrollo sustentable o cualificado: persistente en el tiempo, preocupación por las generaciones futuras y mantenimiento en el medio, considerando que el concepto de desarrollo es ambiental.
- Sustentabilidad relativa: medir la situación actual en relación con las anteriores o bien en comparación con otros ámbitos urbanos similares.
- Desarrollo sustentable en términos de eficiencia: planteada desde la lógica de la eficiencia interna del sistema urbano.
- Desarrollo sustentable y creación de capacidad: seleccionar indicadores que reflejen la capacidad de las sociedades locales para realizar pautas de desarrollo más sustentables.

De acuerdo con estas consideraciones de la sustentabilidad, la selección de los indicadores para la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) se agruparon en tres dimensiones: social, ambiental y económica.

3.1.2. Selección de indicadores

De manera general, la elección de indicadores puede realizarse a través de dos métodos: deductivo e inductivo, el primero surge de un marco teórico como el desarrollado en la investigación, el segundo, cuando los indicadores parten de la disponibilidad de datos. Los sistemas de indicadores combinan ambos, mientras menos sofisticados sean los aparatos estadísticos y de recolección de información de las ciudades, el segundo predominará sobre el primero.

La recolección de los indicadores varía según la utilización de datos “duros”, esto es, los datos publicados que son adecuados, pero de los que no se pueden disponer fácilmente para todos los indicadores, y el empleo de datos “blandos” como son la evidencia indirecta o la opinión informada de expertos. La opción recomendada debe ser la utilización de datos publicados (ajustados por año, definición, etc.), siempre que existan y sean lo suficientemente recientes.

Uno de los grandes problemas que se presentan en la selección de indicadores urbanos tiene que ver con el de la diversidad de instituciones gubernamentales y privadas que tienen datos parcializados sobre distintas dimensiones analizadas; muestra de ello es que existe una tendencia de que cada sector (agua, salud, transporte, energía, etc.) sea manejado por una autoridad diferente, en consecuencia, no solo aumenta la cantidad de contactos necesarios para la obtención de los diferentes datos sino que cambian metodologías de medición, generalmente orientadas según los objetivos de las instituciones.

La selección de indicadores inicialmente debe considerar la definición de los grupos de atributos que servirán para su caracterización (Sotelo, Tolón y Lastra 2011):

- Objetivos del sistema de indicadores
- Calidad de los datos necesarios para el indicador
- El interés de la sociedad.

Entre los principales atributos a considerar se tienen:

- Evaluación de la sustentabilidad
- Objetivos del sistema
- Cobertura geográfica
- Disponibilidad
- Costo razonable
- Fiabilidad
- Interés social
- Impacto y resonancia
- Comprensible
- Comunicación
- Metas

Considerando la sugerencia de Munasinghe (1993), referida a los tres pilares de la sustentabilidad como concepto integrador, el caso de estudio aquí abordado comprende las tres dimensiones: ambiental o ecológica (conservación de los ecosistemas soporte de la vida), 13 indicadores; económica (mantenimiento del capital económico), 16 indicadores; y social (desarrollo del capital social), 9 indicadores; resultando un total de 54 de acuerdo con las siguientes características:

a) Dimensión social

En este ámbito social, la disponibilidad de información fue mayor que en las demás dimensiones a pesar de las limitantes comentadas anteriormente, sin embargo, el número de indicadores generados para este rubro fue relevante (29 indicadores). Para destacar su interpretación y significancia dentro del marco de la sustentabilidad es posible englobar los más importantes en el cuadro 5:

- El crecimiento de la población tiene que ver directamente con indicadores como el promedio de habitantes por bibliotecas, escuelas, unidades médicas, maestros, personal médico, desequilibrio en el índice de envejecimiento, y la inversión pública en sectores como la salud y educación; además, es importante mencionar que el crecimiento descontrolado de población afecta el nivel de sustentabilidad desde la perspectiva de la disponibilidad de elementos o recursos esenciales para población ya mencionados; es decir, se encarecen o disminuye la calidad de servicio si los elementos no crecen al mismo ritmo de la población si una política de inversión no contempla tal fenómeno.
- Los aspectos que tienen que ver con la vivienda, están vinculados de manera importante a la sustentabilidad, debido que manifiestan las condiciones de vida que puede llevar una persona dentro de su hábitat personal y familiar directamente, es por ello por lo que los servicios proporcionados por la parte pública como lo es la luz, drenaje y el agua; así como otros de índole privado que son la telefonía, internet, computadora deben ser accesibles en cierta medida para la población. También en este rubro, es de suma importancia el promedio de habitantes por vivienda, dado que manifiesta el nivel de hacinamiento que se puede dar al seno de las familias.

Cuadro 5. Dimensión social, 2020

Número	Indicador
1	Tasa de crecimiento media anual 2010-2020
2	% viviendas con disponibilidad de agua
3	% viviendas con energía eléctrica
4	% viviendas con telefonía fija
5	% viviendas con celular
6	% viviendas con computadora
7	% viviendas con internet
8	% Viviendas con piso diferente de tierra
9	Promedio de ocupantes por vivienda
10	Promedio de escolaridad
11	% Población analfabeta con 15 años y más
12	Habitantes por biblioteca
13	% población derechohabiente
14	Relación hombre/mujer
15	Índice de envejecimiento
16	Tasa bruta de natalidad
17	Tasa bruta mortalidad
18	Tasa de mortalidad infantil
19	Habitantes por unidad médica
20	Habitantes por médico
21	Alumnos por maestro
22	Alumnos por escuela
23	Maestros por escuela
24	Homicidios por cada 10 000 habitantes
25	Robos por cada 10 000 habitantes
26	Participación ciudadana en votaciones
27	Casos positivos COVID-19 por cada 10,000 habitantes
28	Tasa mortalidad covid-19 por cada 10,000 habitantes
29	Índice de letalidad por COVID-19

Fuente: elaboración propia a partir de información de PNUMA, INEGI, IGCEM (2020)

En la tabla 1 del anexo estadístico pueden consultarse los valores de cada uno de los indicadores simples de la dimensión social. Por su parte, los aspectos relacionados con la salud contemplan los siguientes rubros:

- El acceso a los servicios (derechohabientes) dado que influye en el nivel de vida y en una mayor esperanza de vida, de igual forma, reduce los índices de mortalidad de la población y favorece la natalidad, esto se traduce en mejores aspectos de sustentabilidad.

- Otro de los rubros de la dimensión social, tienen que ver con la inseguridad experimentada por la población. Tradicionalmente se considera que las áreas urbanas manifiestan este fenómeno, sin embargo, ahora se ha generalizado a niveles alarmantes; a manera de ejemplo se puede mencionar los robos, homicidios, accidentes, y delitos sexuales, condiciones que tienen cada vez mayor peso en la percepción como fenómenos negativos para la sociedad en ciertos municipios.
- Finalmente, la participación ciudadana en los procesos electorales dentro del régimen democrático es importante para determinar a los gobernantes que puedan ser eficientes en el más extenso de los sentidos para favorecer la administración y gestión de los recursos públicos.

b) Dimensión ambiental

En esta dimensión aparecen 16 indicadores que manifiestan presión sobre el medio ambiente, principalmente se refiere a elementos artificiales, es decir los generados por el hombre, tal como la infraestructura carretera, la expansión urbana y la densidad de población, en su conjunto van reduciendo las áreas verdes de manera gradual. El incremento de superficies de cultivo también afecta al medio ambiente debido a que el uso del suelo es extensivo, el incremento de la demanda de agua, la generación de basura, superficie de cultivo; hay que resaltarlas externalidades que derivan de los autos en circulación, así como el consumo de energía (cuadro 6). Todos en su conjunto inciden directamente en el nivel de sustentabilidad debido a que es el entorno directo de las personas y que implica las condiciones de salud de las personas y la disponibilidad de recursos.

Cuadro 6. Dimensión ambiental 2020

Número	Indicador
1	Densidad Media Urbana
2	% población urbana
3	% superficie forestal
4	% Superficie sembrada (ha)
5	% Superficie afectada incendios (ha)
6	Densidad de carreteras
7	Consumo de energía per cápita Mw/hra/hab
8	Recolección residuos sólidos/hab/kilos
9	Contaminación partículas PM10
10	Vehículos por cada mil habitantes
11	Dotación agua litros/hab/día
12	Demanda de agua litros/segundo
13	% viviendas con drenaje

Fuente: elaboración propia a partir de información de PNUMA, INEGI, IGCEM (2020)

En la tabla 2 del anexo estadístico pueden consultarse los valores de cada uno de los indicadores simples de la dimensión ambiental.

c) Dimensión económica

Esta dimensión es muy cuestionada por el hecho de ser información que considera aspectos monetarios, que encierran una orientación desde el punto de vista materialista, aquí se consideran rubros como es el incremento de precios, población ocupada, entre otros (cuadro 5); sin embargo, uno que merece atención importante es la razón de dependencia, la cual indica la población no activa económicamente (niños y ancianos) soportada por la población en edad de trabajar, situación que en muchos países desarrollados ha alcanzado niveles alarmantes, que sin embargo en países como México ha presentado esa tendencia; el Índice de Desarrollo Humano es aquel que muestra a la vez tres componentes: larga vida y saludable, educación y nivel de vida (elaborado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo), aunque de acuerdo a especialistas en desarrollo consideran que tiene un enfoque más económico debido a que contempla los parámetros de términos monetarios de dotación de satisfactores; aquí se identificaron 9 indicadores (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Dimensión económica 2020

Número	Indicador
1	% PEA
2	% PEA ocupada
3	PIB per cápita
4	Inversión pública per cápita pesos/habitantes
5	Deuda pública per cápita pesos/habitantes
6	% Inversión pública en Desarrollo económico
7	% Inversión pública en Desarrollo social
8	Razón de dependencia
9	Inflación anual (diciembre 2020)
10	Índice Municipal de Actividad Económica % aportación estatal
11	Índice de desarrollo humano
12	Línea de pobreza por ingresos

Fuente: elaboración propia a partir de información de PNUMA, INEGI, IGCEM (2020)

En la tabla 3 del anexo estadístico pueden consultarse los valores de cada uno de los indicadores simples de la dimensión económica.

3.1.3. Fuentes de información

A pesar de que el estudio sobre el ámbito urbano y metropolitano ha cobrado cada vez más importancia desde diversas disciplinas, la generación de estadísticas a esta escala suele ser escasa, situación que en muchos de los casos no lleva a buenas conclusiones o resultados óptimos, en el caso de existir información, ésta presenta inconsistencias como es la heterogeneidad de las estadísticas, así mismo la periodicidad de publicación es muy dispersa. Aunado a esto anterior, es posible identificar cambios de metodología en la generación de esta que la hacen prácticamente incomparable en el tiempo y entre regiones.

Otro de los factores que limitan la generación de datos es el de los presupuestos públicos destinados para este fin, si bien existen organismos o instituciones con este propósito tanto de índole federal como estatal, a escala municipal se desatiende la parte de información, tal pareciera que existe poco interés o en realidad se podría afirmar que no hay una conciencia de la importancia de esta información que puede ser determinante a la hora de tomar decisiones, o en el peor de los casos, se desconoce la utilidad y lo valioso que pueden ser para implementar las diversas políticas públicas por parte de los agentes gubernamentales.

Finalmente, en ese contexto de inconsistencias, se puede agregar que en algunas estadísticas que tienen relacionadas con el medio ambiente, en su mayoría son muestras representativas de lugares estratégicos que se monitorean de manera temporal como es el caso de la contaminación.

Bajo estas consideraciones es muy difícil aplicar métodos estadísticos complejos que puedan arrojar una mayor significancia de los indicadores, es por ello que el método propuesto de ponderación múltiple es apropiado para el caso de estudio, si bien no queda exento de críticas por algunas razones subjetivas, el hecho de considerar un robusto número de indicadores como los aquí planteados resulta conducente para el análisis.

Las principales fuentes estadísticas consultadas son: Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), Estadísticas de Medio Ambiente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), Estadística Municipal Básica del, Instituto de Información e Investigación, Geográfica, Estadística y Catastral (IGECM, 2021), Inventarios forestales de Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE, varios años), Comisión del Agua del Estado de México (2020), Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2020), Índice Nacional de Precios al Consumidor del Banco de México (diciembre, 2020), Informe del Índice de Desarrollo Humano Municipal en México (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2020). Los datos recolectados corresponden al año 2020.

3.1.4. Método de Ponderación Múltiple para calcular el Índice Integrado de Sustentabilidad Urbana

Este método implica la asignación de pesos (ponderaciones) a cada uno de los indicadores simples considerando una jerarquización de estos, que idealmente reflejen relevancia social respecto a la sustentabilidad. Para ello es importante mencionar su proceso mediante las siguientes fases:

1. Normalización (estandarización) de la información:

Con la normalización se pretende que un conjunto de variables cuantificadas a través de diferentes unidades de medida sea transformado en un conjunto de nuevas variables medidas en una unidad común, su clasificación puede ser de tres tipos (Barba-Romero y Pomerol, 1997):

- a) Sin cambio de magnitud: como ejemplo, sería el caso de transformar las mediciones de temperatura realizadas por diversos termómetros en grados Celsius, Reaumur y Fahrenheit y presentarlas en kelvines.
- b) Con cambio de magnitud a escala libre: el ejemplo sería transformar datos de producción de trigo, leche y gas natural, expresados en toneladas, hectólitros y hectómetros cúbicos respectivamente, a una escala de valores de mercado expresados en términos monetarios.
- c) Con cambio de magnitud a escala fija: a manera de ejemplo tendríamos la transformación de los datos de consumo de energía eléctrica, consumo de combustibles fósiles y consumo telefónico, a una escala adimensional acotadas entre los valores $[0,100]$.

Para fines de este trabajo se utiliza el último tipo, es decir con cambio de magnitud a escala fija, esto porque implica trabajar con dimensiones por separado y luego de manera integrar en un índice, así mismo se evalúan de manera independiente estas dimensiones y luego en conjunto estableciendo una escala ordinal del 1 al 100.

La normalización es de suma importancia debido a que es requisito antes de realizar cualquier operación de agregación, dado que los indicadores a integrar regularmente se dan en diferentes unidades de medida, esto con la intención de compararlos apropiadamente y efectuar las operaciones aritméticas entre ellos, por lo tanto deben estar expresados en una unidad homogénea; en resumen, la normalización permite evitar los efectos de escala, posibilitando la correcta agregación de los indicadores de base considerados.

Para llevar a cabo la normalización existen diferentes técnicas para emplear, cada una de ellas presenta sus propias ventajas e inconvenientes (Freudenberg, 2003). De acuerdo con Ebert y Welsh (2004), la elección entre una y otra no resulta

trivial. Dichos autores evidencian que el método a elegir debe considerar las propiedades intrínsecas de las variables, así como los objetivos que se pretenden analizar con los índices a obtener. En ese sentido, se señalan dos factores que deben guiar la elección del proceso de normalización: la robustez (insensibilidad ante la existencia de valores extremos) y la eficiencia (valor estimado próximo al óptimo esperado cuando se desconoce la verdadera distribución de los datos) de la técnica seleccionada.

Entre las diversas técnicas de normalización de indicadores empleadas en la construcción de índices, la más utilizada es la llamada *min-max*. Esta técnica es la alternativa suele ser sencilla, dado que se basa en la utilización de los valores mínimo (X_{min}) y máximo (X_{max}) observados en la muestra considerada para normalizar linealmente los valores de todos los elementos de la misma, de tal manera que los valores mínimos y máximos tomen valores normalizados de 0 a 1, respectivamente, y todos los demás elementos adopten valores relativos que varían en el intervalo [0,1]. Con esta transformación los indicadores normalizados se vuelven adimensionales, el 0 representa el peor valor posible del indicador (el menos sustentable), en tanto que el 1 supone el mejor valor del indicador (el más sustentable); valores próximos a 0 indicarían que se está lejos del objetivo de sustentabilidad, por el contrario, valores cercanos a 1 reflejarían que se está próximo a la consecución de la sustentabilidad.

Dado que la información directamente recolectada de los indicadores simples muestra valores heterogéneos, lo que imposibilita la integración; el primer paso de la estandarización de información es homogenizar las unidades para que puedan hacerse los cálculos respectivos; en este caso se utiliza el método de los “puntos de correspondencia” (Drewnowski, 1970).

Es importante determinar la dirección positiva o negativa de cada indicador simple respecto a su naturaleza; a manera de ejemplo se puede señalar que el valor de la tasa bruta de mortalidad es negativo, dado que entre más alto es el indicador, peor es la situación de sustentabilidad; caso contrario, el porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua es positivo, es decir, mayor valor, mejor la situación del nivel de sustentabilidad. Las ecuaciones son las siguientes para ambas direcciones (retomando ecuaciones 18 y 19):

Indicadores simples positivos:
$$Ix (+) = \frac{X - MINx}{MAXx - MINx} \quad (Ec. 18)$$

(Mayor valor del indicador, mejor situación)

Indicadores simples negativos:
$$Ix (-) = \frac{MAXx - X}{MAXx - MINx} \quad (Ec. 19)$$

(Mayor valor del indicador, peor situación)

Para ambas expresiones:

Donde: $I_x(+)$: indicadores positivos

$I_x(-)$: indicadores negativos

Ind_x representa cualquier indicador que se ha seleccionado

MIN_x es el mínimo posible que puede alcanzar el indicador

MAX_x es el máximo posible que puede alcanzar el indicador (el valor máximo que se puede alcanzar es 100).

Este proceso se aplica para cada uno de los indicadores simples que integran las dimensiones, con esta transformación se obtienen valores que pueden sumarse directamente o promediarse según sea necesario y expresar un nivel de comportamiento.

Los valores generados en esta etapa comprenden el rango de 0 a 100 puntos, teniendo en cuenta que entre más alto sea el valor, mejor es la situación de sustentabilidad, aclarando que los indicadores tanto de dirección negativa como positiva ya fue normalizada.

Ahora bien, conviene establecer una serie de parámetros cualitativos para identificar niveles de sustentabilidad, para fines prácticos y de acuerdo con evidencias empíricas reportadas en Argentina (Leva, 2005) y Chile (Orellana, 2011) se sugiere contemplar intervalos y su escala ordinal como se muestra en el cuadro 8:

Cuadro 8. Escala ordinal de los Indicadores de Sustentabilidad Urbana

Intervalo	Clave	Descripción
80-100	MB	Muy buena
60-80	B	Buena
40-60	R	Regular
20-40	M	Mala
0-20	MM	Muy mala

Fuente: Leva (2005)

El primer intervalo definido con una escala de “muy buena”, implicaría los niveles óptimos de sustentabilidad, lo deseable para la zona metropolitana, sus características estarían definidas por mejores condiciones de vida, con acceso a servicios de buena calidad en un entorno ambiental saludable.

En la escala de “buena”, el grado de sustentabilidad se ubicaría en una situación todavía deseable, sin embargo, lo importante es identificar que tanto se aleja del nivel óptimo, para ello sería conveniente adentrarse a los indicadores e identificar cuales presentan signos de debilidad.

Al situarse en la escala denominada como “regular” se estaría en una posición de alarma, debido que la mayoría de los indicadores importantes estarían

presentando síntomas de debilidad para la sustentabilidad. Para ello los agentes decisores de política pública tendrían que realizar un gran esfuerzo a través de ciertas estrategias enfocadas a revertir dicha situación, como lo es la inversión pública focalizando los elementos indispensables las condiciones de los habitantes en la zona metropolitana.

En las dos últimas escalas de “mala” y “muy mala”, lógicamente hay una situación indeseable, lo cual estaría caracterizado por aspectos de escasa o de nula oferta de servicios públicos, además de la inseguridad y de población desocupada con insuficiente infraestructura urbana y en medio ambiente en completo deterioro.

La determinación de la escala ordinal en primera instancia se evalúa para cada indicador simple, luego por dimensión y finalmente para el indicador integrado (Leva, 2005).

2. Ponderación de indicadores simples estandarizados

La ponderación o asignación de pesos permite introducir en el análisis la importancia relativa de los distintos indicadores considerados el objeto de construir el indicador sintético; esta fase es necesaria para la aplicación de la agregación, de hecho, en casos en los que aparentemente no se atribuyen pesos a los indicadores de forma explícita, la ponderación se realiza de forma implícita, asumiendo por defecto el mismo peso para todos los indicadores de base (Freudenberg, 2003).

Con todo ello, no existe un único método de ponderación consensuado o aceptado de forma amplia por la comunidad científica, existiendo diversas alternativas de técnicas válidas para ello. Ante esta falta de consenso en el procedimiento a utilizar para la asignación de pesos a los indicadores de sustentabilidad se han señalado críticas de autores como Bohringer (2007), quienes argumentan que la selección arbitraria de los métodos empleados y la generación de resultados sesgados de los indicadores sintéticos finalmente obtenidos son debilidades relevantes de todos los ejercicios de construcción de indicadores sintéticos. De acuerdo con el manual de la OCDE y el JRC (2008), existe una clasificación respecto al uso de las técnicas de ponderación en la construcción del índice: positivas y normativas.

Las técnicas *positivas* conocidas como “estadísticas o endógenas”, son aquellas que permiten la obtención de pesos mediante procesos estadísticos, sin que sea necesaria la incorporación de juicios de valor u opiniones de expertos o en su caso de encargados de las decisiones políticas dentro del análisis; entre estas técnicas se pueden señalar el análisis de regresión, el análisis envolvente de datos, el análisis factorial y el análisis de componentes principales.

Las técnicas *normativas* denominadas “participativas o exógenas” permiten asignar pesos diferenciados a los indicadores en función de las preferencias expresadas por

expertos, decisores de políticas o el conjunto de la sociedad. Al igual que en las positivas, existen diversos métodos para identificar dichas preferencias exógenas y así a partir de las mismas obtener los pesos a asignar a cada uno de los indicadores considerados; entre los métodos se puede mencionar el de multicriterio, el proceso analítico jerárquico, la asignación directa de puntos, entre otros.

Ante la disyuntiva de la elección de la ponderación positiva o normativa, Jacobs (2004) recomienda que dicha selección se realice considerando los objetivos perseguidos por el indicador sintético a construir. En ese sentido, la presente investigación considera la ponderación de tipo normativo, dado que su uso permite identificar la importancia relativa de los indicadores de base a integrar dentro de los índices de sustentabilidad, lo cual justifica el hecho de que la *sustentabilidad debe entenderse como una construcción social* cuya conceptualización y operatividad debe basarse en las demandas de la sociedad en términos de la sustentabilidad. Cabe recalcar que el uso de los métodos normativos no está exento de las críticas debido a la introducción de cierto grado de arbitrariedad y subjetividad en la ponderación de los diferentes indicadores en función de cómo se realice la elección de los expertos, de los encargados de la conducción de políticas o la sociedad en general.

La determinación de esa ponderación implica el criterio del investigador de acuerdo con el entorno, dada la importancia de cada uno de los factores que determinan la sustentabilidad como reflejo de calidad de vida está condicionada con aspectos sociales básicos como es la disponibilidad de agua, la atención médica, seguridad, apoyo mediante la inversión pública, educación, cuidado del medio ambiente, la ocupación laboral, etc. De igual forma, es posible señalar factores que tienen gran presión (en diferente peso) sobre el ámbito físico derivada de las actividades humanas: desechos en sus diferentes tipos, uso del suelo para urbanización, contaminación, consumo de energía, densidad de población, entre otros; ello implica jerarquizar de mayor a menor peso.

La sumatoria de los indicadores con su respectiva ponderación nos arrojaría el índice de cada dimensión, la expresión matemática de esta etapa se muestra en la ecuación (20):

$$D_x = \sum_{i=1}^n ind_{x,i} = \sum_{ind_{x,1}}^{ind_{x,n}} ind_{x,1} + ind_{x,2} + \dots + ind_{x,n} \quad (\text{Ec. 20})$$

El puntaje que arroje para cada una de las dimensiones se clasifica de acuerdo con la tabla de escala ordinal.

3. Integración del Índice de sustentabilidad Urbana

En esta etapa, se asigna una ponderación a cada indicador previamente estandarizado, se puede interpretar como el valor máximo que puede cada uno de ellos puede aportar al valor a cada una de las dimensiones, para efectuar tal ponderación se debe contemplar la siguiente restricción: el valor asignado para cada indicador debe estar entre 0 y 1, así mismo, la suma de las ponderaciones en cada dimensión debe ser igual a uno.

Una vez que se tiene el puntaje de cada dimensión, se le asigna también un peso ponderado, en este caso, se asigna un valor igual para cada una de ellas, lo cual atiende el principio importante de la sustentabilidad, las dimensiones tienen la misma importancia (recordar la misma restricción anterior, la suma de las ponderaciones también debe ser igual a 1). La expresión resultante se muestra en la ecuación (21):

$$ISU = ID_1 * PD_1 + ID_2 * PD_2 + ID_3 * PD_3 + ID_4 * PD_4; \quad (\text{Ec. 21})$$

Donde:

ISU: indicador integrado de sustentabilidad urbana

ID_{*i*}: indicador en la dimensión *i*

PD_{*i*}: ponderación asignada a la dimensión *i* en el cálculo del ISU

En esta última etapa también se evalúa el puntaje de acuerdo a la escala ordinal establecida para determinar la situación de la sustentabilidad para la ZMT y se elabora un análisis de interpretación.

Una vez aplicado el método de ponderación múltiple, se hace el análisis de los resultados de acuerdo con la escala establecida y establecer una serie de conclusiones resaltando los principales indicadores bajo el contexto de la realidad de la zona en estudio.

3.3. Índice de calidad vida urbana para la Zona Metropolitana de Toluca

Diversos son los conceptos que hacen referencia a la expresión calidad de vida, de acuerdo con Arostegui (1998), en un primer momento apareció en los debates públicos en torno al medio ambiente y al deterioro de las condiciones de vida urbana. Es a partir de la década de los cincuenta cuando se manifiesta el gran interés de conocer el bienestar humano y la preocupación por las consecuencias de la industrialización en la sociedad y de ahí se considera la necesidad de medir esta realidad a través de datos objetivos, y es desde las ciencias sociales donde se inicia el desarrollo de los indicadores sociales, estadísticos que permiten medir datos y hechos vinculados al bienestar social de una población. Estos indicadores han tenido su evolución teniendo el punto de partida las condiciones objetivas sobre todo desde lo económico y lo social, hasta llegar a la inclusión de elementos subjetivos.

El bienestar subjetivo incluirá hechos que se refieren a respuestas emocionales, dimensiones de satisfacción en la vida y juicios globales acerca de ellos, por otra parte, también es posible relacionarlos con la percepción de la vida del individuo. Estos constructos se establecen por separado, pero frecuentemente se correlacionan de manera sustancial.

Además, la calidad de vida tiene cabida en el desarrollo sustentable, entendido este como “el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”(UNCED/CNUMA, 1987). A pesar de lo ambiguo que puede resultar esta afirmación, diversos investigadores lo han desglosado en tres bases: sustentabilidad medioambiental, económica y social (Munasinghe, 1993).

Castro (2004:71) define cada una de ellas de la siguiente manera: “la sustentabilidad medio ambiental apunta hacia la conservación de los sistemas soporte de la vida (fuentes de recursos, destino o depósito de residuos), la sustentabilidad económica se refiere al mantenimiento del capital económico y la aceptación social es definida como el desarrollo del capital social, el desarrollo sustentable es el concepto integrador de los anteriores.

Otro orden de ideas al desarrollo sustentable, apuntan sobre una base física de la economía dentro del capital natural, para lo cual distinguen la sustentabilidad débil de la sustentabilidad fuerte haciendo alusión a la sustituibilidad plena o parcial entre los diferentes tipos de capital. Para ello Pearce (1996), señala que la sustentabilidad débil parte de la asunción de que el capital natural y el artificial son plenamente sustitutos en un cierto plazo, para ello consiste en conservar (o aumentar) el capital total agregado de una generación a otra, de tal manera que las generaciones futuras tengan la opción de vivir tan bien como sus predecesoras.

Algunos términos se han utilizado de manera indistinta o en su caso referirlos como sinónimos de calidad de vida, sin embargo, es necesario profundizar en cada uno de ellos para no confundirlos y aún todavía, no considerarlos equivalentes, Alguacil (2000) desglosa de manera puntual los siguientes: nivel de vida, modos de vida, estilos de vida y el sentido de la vida.

Es conveniente que para definir el concepto de calidad de vida hay que plantear dos posturas de acuerdo a Fernández (1998; citado por Yasuko et al., 2005): por un lado, la primera sostiene que la calidad de vida se refiere exclusivamente a la percepción subjetiva de la persona sobre ciertas condiciones de su vida; en tanto que la segunda considera que se deben incluir tanto condiciones subjetivas (relacionadas con la evaluación o apreciación del sujeto de diferentes condiciones de vida) como objetivas (condiciones independientemente del sujeto).

Hernández (2009) señala que en la calidad de vida urbana está implícita la idea

de sustentabilidad, lo cual supera profundamente el concepto economicista de bienestar, el cual solo es medible en el crecimiento económico y en estándares dotacionales; adicionalmente la calidad de vida introduce los aspectos ambientales en intersección con las necesidades humanas. Cuando hace referencia al ámbito urbano, considera que el medio ambiente urbano es el campo de acción para una calidad de vida en la ciudad, lo cual implica: a) no poner atención exclusivamente en los principios de sustentabilidad ecológica, b) no poner en peligro la supervivencia de las siguientes generaciones, no consumir recursos sobre su tasa de renovación y no producir residuos sobre su tasa de absorción por el medio. Sino que además se deben articular la sustentabilidad de la estructura social y la económica, para ello se debe buscar la transición no traumática del sistema de intercambios de las metrópolis contemplando la evolución y reconversión del sistema financiero, el sistema inmobiliario, el sistema de producción y consumo y el sistema de información, hacia un nuevo modelo sustentable en el sentido fuerte.

Estas ideas corresponden a lo planteado por Alguacil (2000), donde define la calidad de vida urbana como la concreción de la calidad de vida sobre el espacio urbano pudiendo considerarse como un constructo social formado en tres dimensiones básicas: calidad ambiental, bienestar e identidad. Se debe dejar en claro que la calidad de vida no depende únicamente de la satisfacción de cada uno de ellos, se pueden agregar en parejas, tal como el equilibrio entre bienestar individual y la identidad cultural que representa el desarrollo social, equilibrio entre medio ambiente y bienestar refleja la calidad de vida urbana, entre otras combinaciones.

Así, Alguacil (2000:66) apunta que la calidad de vida es un constructo social, relativamente reciente, que surge en un marco de rápidos y continuos cambios sociales, siendo fruto de los procesos sociales que dirigen una incierta transición desde una sociedad industrial a una sociedad postindustrial. Aunado a ello, en su afán de lograr la satisfacción de sus necesidades se encuentra con los efectos malignos propios del modelo de desarrollo económico. Las externalidades de tipo ambiental que producen nuevas problemáticas de difícil solución bajo los presupuestos de la economía ortodoxa o monetizada. Junto a ellas persisten las viejas externalidades sociales (desigualdad, pobreza, desempleo y otras), pero también hay agregar nuevas como las de carácter psico-social que resultan de los modelos de organización y de gestión en la relación del hombre con la tecnología y las formas de habitar.

Como referencia para la definición de indicadores urbanos donde se integren los distintos componentes de desarrollo integral de una comunidad o ciudad, las Naciones Unidas (1992) consideró tres dimensiones generales, de las cuales se derivan variables y sus respectivos indicadores: a) dimensión ambiental: es el factor ambiental, constituido por aquellos elementos que definen el espacio físico donde se ubica la ciudad; b) dimensión económica: factor económico, compuesto por aquellas variables que participan del bienestar económico de los individuos, y

c) dimensión social: factor social, que comprende los elementos que caracterizan la calidad del hábitat urbano y que facilitan o permiten la interrelación entre los individuos.

3.3.1. Selección de indicadores

Las características que deben cubrir los indicadores en general son la base importante para establecer una propuesta metodológica como el caso de estudio que aquí corresponde, algunos autores las denominan requerimientos o criterios de selección. De acuerdo con Chacón (2004): validez, confianza, flexibilidad, sensibilidad, objetividad, visión, medibles, importancia, eficacia y claridad. En el marco del Programa de Indicadores Globales para Ciudades, se establecen los siguientes criterios de selección: objetividad, relevancia, medibles y reproducibles, flexibilidad, efectividad, interrelación e inclusividad.

3.3.2 Método de Ponderación Múltiple

Considerando el modelo de desarrollo urbano sustentable, Leva (2005) propone la construcción del sistema de indicadores abordada desde dos aspectos:

- Indicadores objetivos: estos se desarrollan a partir de información estadística oficial emitida por diversas instituciones gubernamentales.
- Indicadores subjetivos: consideran la percepción de la población de forma directa acerca de intereses y necesidades, esto es, a través de encuestas y opiniones.

Existen diversas alternativas para la elaboración de los índices de calidad de vida urbana, su validez o confiabilidad tiene que ver con la calidad de datos que se recolectan, así como de las técnicas estadísticas que soporten su conformación. Se pueden identificar tres métodos para construir un índice:

1. Construcción lineal
2. Construcción ponderada simple
3. Construcción ponderada múltiple

Para fines de este trabajo se utiliza el de ponderación múltiple, dando seguimiento al procedimiento sugerido por Leva (2005): indicadores objetivos y subjetivos, el cual se aplica para la Zona Metropolitana de Toluca en el periodo 2010.

Este modelo implica la incorporación de las ponderaciones de cada uno de los indicadores de manera individual, así como de la ponderación de cada una de las dimensiones. De ahí que los valores de cada una de ellas estarán determinados por la suma ponderada de los indicadores que la integren, en tanto que el Indicador de Calidad de Vida Urbana tomará en valor en función de la sumaponderada

de las dimensiones que lo definen (Castillo, 2009), ecuación 22:

$$ICVU = ID_1 * PD_1 + ID_2 * PD_2 + ID_3 * PD_3 + ID_4 * PD_4; \quad \forall PD_i \neq 0 \quad (\text{ec. 22})$$

Donde:

ICVU: indicador integrado de calidad de vida urbana

ID_i : indicador de calidad de vida urbana en la dimensión i

PD_i : ponderación asignada a la dimensión i en el cálculo del ICVU

$$\text{Considerando que } \sum_{i=1}^4 PD_i = PD_1 + PD_2 + PD_3 + PD_4 = 1 \quad (\text{ecuación 23})$$

Para obtener el indicador de calidad de vida urbana por dimensión se ponderan los indicadores simples en cada una de las dimensiones:

$$ID_i = \sum_{j=1}^n I_{i,j} * P_{i,j} = I_{i,1} * P_{i,1} + I_{i,2} * P_{i,2} + I_{i,3} * P_{i,3} + I_{i,4} * P_{i,4} + I_{i,ni} * P_{i,ni}; \quad \forall P_{ij} \neq 0$$

(ecuación 24)

Tenemos que:

ID_i : indicador de calidad de vida urbana en la dimensión i

$I_{i,j}$: indicador simple j considerado en la construcción del indicador de calidad de vida urbana en la dimensión i .

$P_{i,j}$: ponderación asignada al indicador simple j en el cálculo del indicador de calidad de vida urbana en la dimensión i .

$$\text{Considerando que } \sum_{j=1}^n P_{i,j} = P_{i,1} + P_{i,2} + \dots + P_{i,n} = 1 \quad (\text{ecuación 25})$$

Ahora bien, las expresiones matemáticas que se utilizan para normalizar los indicadores con la finalidad de poder compararlos son que, los indicadores positivos consideran a mayor valor hay una mejor situación, los indicadores negativos afirman que, a mayor valor, se manifiesta una peor situación

$$\text{Indicadores positivos: } I_x(+) = \frac{x - \text{MIN}_x}{\text{MAX}_x - \text{MIN}_x} \quad (\text{ec. 18})$$

$$\text{Indicadores negativos: } I_x(-) = \frac{\text{MAX}_x - x}{\text{MAX}_x - \text{MIN}_x} \quad (\text{ec. 19})$$

Para ambas expresiones:

$I_x(+)$: indicadores positivos

$I_x(-)$: indicadores negativos

Ind_x representa cualquier indicador que se ha seleccionado

MIN_x es el mínimo posible que puede alcanzar el indicador

MAX_x es el máximo posible que puede alcanzar el indicador

Las dimensiones consideradas y su número de indicadores para la Zona Metropolitana de Toluca se presentan a continuación: hábitat (10 indicadores), social (4 indicadores), económica (2 indicadores) y subjetiva (10 indicadores). Recordemos que los criterios principales que se debe cumplir en la elaboración de indicadores temáticos se encuentran, disponibilidad, fiabilidad, relevancia, representatividad, medibles, comparables. En la selección de los indicadores que

componen cada dimensión uno de los criterios que predominó fue la disponibilidad de información y su relevancia de acuerdo con la fiabilidad, sin embargo, no fue factor determinante para limitar los principales indicadores que se consideraron pertinentes para la investigación, dado que estos indicadores también son comparables.

3.1.6. Ejemplo de cálculo

Para fines prácticos, a continuación, se presenta a manera de ejemplo el cálculo a detalle del indicador integrado de sustentabilidad urbana:

Sea el indicador simple el “porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua”, el primer paso es su estandarización mediante la técnica de *puntos de correspondencia*, considerando que tiene una dirección positiva, esto es, cuanto mayor es el valor, mejor la situación de sustentabilidad.

Utilizando la ecuación (18) para indicadores simples positivos:

$$Ix (+) = \frac{X - MINx}{MAXx - MINx}$$

Considerando que para los indicadores expresados en valores relativos (porcentuales), el rango va de 0 al 100; en este caso el valor mínimo $MINx = 0$, el puntaje máximo que se puede obtener $MAXx = 100$; la cifra que resulta de la sumatoria total de la ZMT $x = 87.2$ (tabla 1 y de anexos); el valor estandarizado (Ix) se obtiene de sustituyendo los valores:

$$Ix = \frac{87.2 - 0}{100 - 0} = 0.872$$

Expresando en términos de escala 1 a 100, multiplicar por 100, el resultado es 87.2, y de acuerdo con la escala (cuadro 8), esta se considera como “muy buena”.

Para el cálculo de valores absolutos, como ejemplo consideremos el promedio de escolaridad, se observa en el cuadro 9 los valores para cada municipio y ubicar el correspondiente al máximo ($max = 11.4$) y el mínimo ($min = 6.7$); el total es el de la ZMT ($x = 8.9$):

Cuadro 9. Promedio de escolaridad 2010 en la ZMT

Municipio	Promedio de escolaridad
Almoloya de Juárez	7.3
Calimaya	8.8
Chapultepec	9.9
Lerma	9.0
Metepec	11.4
Mexicaltzingo	9.2
Ocoyoacac	9.3
Otzolotepec	7.4
Rayón	8.8
San Antonio la Isla	10.0
San Mateo Atenco	9.3
Temoaya	6.7
Toluca	10.0
Xonacatlán	8.4
Zinacantepec	8.5
TOTAL ZMT	8.9

————— MAX_x

————— MIN_x

————— X

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2010)

Sustituyendo en la expresión (18):

$$I_x = \frac{8.9 - 6.7}{11.4 - 6.7} = 0.468$$

Expresado en el rango de 1 a 100 (multiplicamos por cien) resulta 46.8, en la escala el indicador de promedio de escolaridad es evaluado como “regular”.

Para calcular indicadores simples negativos utilizamos la expresión (19):

$$I_x(-) = \frac{MAX\ x - X}{MAX\ x - MIN\ x}$$

Como ejemplo se tiene al indicador simple “robos por cada diez mil habitantes”, en este caso un valor mayor, refleja peor situación. Sustituyendo los valores de ubicados en el cuadro 10:

Cuadro 10. Robos por cada diez mil habitantes 2010 para la ZMT

Municipio	Robos por cada 10,000 habitantes
Almoloya de Juárez	19
Calimaya	20
Chapultepec	29
Lerma	39
Metepec	122
Mexicaltzingo	30
Ocoyoacac	28
Otzolotepec	12
Rayón	19
San Antonio la Isla	30
San Mateo Atenco	41
Temoaya	13
Toluca	99
Xonacatlán	37
Zinacantepec	31
ZMT	68

MAX_x

MIN_x

X

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI (2010).

Sustituyendo tenemos:

$$lx = \frac{68 - 12}{122 - 12} = 0.491$$

El valor estandarizado del indicador en rango de 1 a 100, se multiplica por cien, tenemos 49.1, es decir “mala” de acuerdo con la tabla de escalas.

El siguiente paso del método sugerido en la investigación consiste en asignar pesos a cada uno de los indicadores estandarizados (ponderación, p) de acuerdo con las consideraciones del apartado 4.1.4 (punto número 2), continuando con los ejemplos antes mencionados se tiene:

Porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua, $p=0.05$

Promedio de escolaridad $p=0.03$

Robos por cada diez mil habitantes $p=0.05$

Utilizando la ecuación (20):

$$P = p \cdot z \quad (\text{ec. 20})$$

La operación siguiente es multiplicar el valor estandarizado (denominado por z) de cada indicador por su respectiva ponderación (ver cuadro 11):

- Porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua:

$$p*z = (0.05) (87.2) = 2.4$$

- Promedio de escolaridad

$$p*z = (0.03) (46.8) = 1.9$$

- Robos por cada diez mil habitantes

$$p*z = (0.05) (49.1) = 2.5$$

Sucesivamente se hace para cada indicador estandarizado con su peso específico, de tal forma que se suman los valores por dimensión y se evalúa su resultado de acuerdo con la escala ordinal, como ejemplo se observa en el cuadro 11 de la dimensión ambiental (calculado en el apartado 4.1.4):

Cuadro 11. Ponderación de indicadores de la dimensión ambiental 2010 en ZMT

INDICADORES DIMENSIÓN AMBIENTAL	Ponderación (p)	Z	p*z	Valor cualitativo
Densidad Media Urbana	0.05	30.6	1.5	
% población urbana	0.07	52.7	3.7	
% de superficie forestal	0.07	28.7	2.0	
% de superficie reforestada	0.05	0.3	0.0	
% de superficie urbana	0.05	99.8	5.0	
% de inversión en medio ambiente	0.07	2.3	0.2	
% de inversión en agua y obra pública	0.05	8.2	0.4	
Densidad de carreteras	0.07	65.8	4.6	
Demanda de agua LPS	0.07	87.5	6.1	
Volumen de basura recolectada por habitante kilos	0.07	77.5	5.4	
Dotación de agua litros por habitante LPS	0.05	37.6	1.9	
Contaminación IMECA (PM10)	0.07	47.5	3.3	
% de superficie de cultivo	0.07	49.4	3.5	
% porcentaje de viviendas con piso diferente de tierra	0.05	93.1	4.7	
Automóviles por habitante	0.07	51.3	3.6	
Consumo energía per cápita Mw/HRA/HABIT	0.07	82.5	5.8	
			51.6	R

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI e IGCEM (2010)

Este procedimiento de ponderación también se asigna a cada dimensión y se evalúa de manera particular (cuadro 12):

Cuadro 12. Ponderación de dimensiones

DIMENSIÓN	Ponderación (p)	z	p*z	Valor cualitativo
Social	0.33	56.2	18.7	R
Ambiental	0.33	51.6	17.2	R
Económica	0.33	47.62	15.9	R

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI e IGECM (2010)

Finalmente se suman los valores obtenidos del cálculo con la ponderación, el resultado se evalúa conforme a la escala ordinal, este es precisamente el Indicador Integrado de sustentabilidad (cuadro 13):

Cuadro 13. Indicador Integrado

DIMENSIÓN	Ponderación (p)	z	p*z	Valor cualitativo
Social	0.33	56.2	18.7	
Ambiental	0.33	51.6	17.2	
Económica	0.33	47.62	15.9	
INDICADOR INTEGRADO			51.8	R

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI e IGECM (2010)

Al situarse en la escala denominada como “regular” (R) se estaría en una posición de alarma, debido que la mayoría de los indicadores importantes estarían presentando síntomas de debilidad para la sustentabilidad. Para ello los agentes decisores de política pública tendrían que realizar un gran esfuerzo a través de ciertas estrategias enfocadas a revertir dicha situación, como lo es la inversión pública focalizando los elementos indispensables las condiciones de los habitantes en la zona metropolitana.

Conclusiones:

La revisión de los aspectos teóricos y metodológicos, relacionados a la construcción de un índice integrado de sustentabilidad, ha sido foco de atención de varias disciplinas, de tal forma que su evolución ha sido compleja en la mayor parte de los casos, manifestándose cada vez más su carácter multidisciplinar. Prueba de ello, es que autores señalan que en el estudio de la calidad de vida está implícita en el desarrollo sustentable superando el enfoque meramente economicista del bienestar

Es importante señalar que resulta erróneo concluir que los índices sean la única medida de interpretación del fenómeno urbano, debido a que su construcción persigue ciertos objetivos de cada caso específico, sobre toda a la hora de considerarlos como una herramienta en la formulación de las políticas públicas y en la toma de decisiones, dado que toda metodología conlleva en sí sus cuestionamientos. Dentro de los casos empíricos, deben considerarse un gran número de variables o indicadores que sean representativos por lo cual resulta ser una tarea compleja, debido al carácter multidimensional requerido de la información puede llevar a criterios arbitrarios que a su vez tengan consecuencia en la interpretación de resultados o en una manipulación de información. En este sentido, diversos autores coinciden en simplificar al menos en tres dimensiones la sustentabilidad: social, ambiental y económica, partiendo de la idea de que los recursos naturales del medio ambiente representan el elemento primordial para las actividades socioeconómicas.

La derivación de un indicador integrado a través del método de promedios ponderados múltiples permite evaluar la sustentabilidad de una región a través de sus componentes y el establecimiento de una escala ordinal, prueba de ello fue la simulación con datos reales desarrollados en el ejemplo, para ello es importante la selección de los indicadores adecuados a los criterios que deben cumplirse, sin embargo, es importante considerar que uno de estos criterios que prevalece es el de la disponibilidad de información.

CAPITULO 4.

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA

En este apartado se describen los principales aspectos que caracterizan a la Zona Metropolitana de Toluca.

5.1. Delimitación de la Zona Metropolitana de Toluca

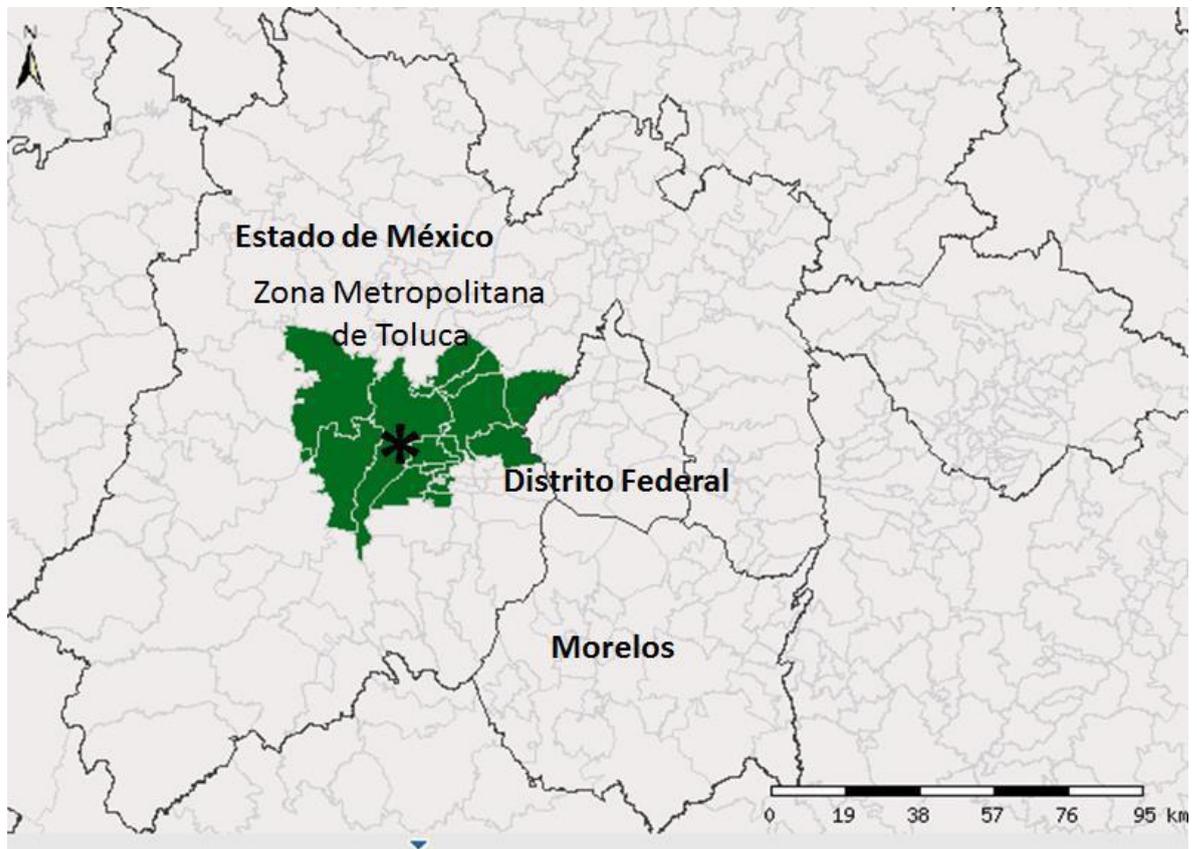
La definición de la ZMT esta considera de acuerdo a los criterios establecidos en el documento denominado Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2015 (publicado en 2018), el cual fue elaborado de manera conjunta por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); destacando entre otros criterios: número de habitantes, ocupación en actividades secundarias y terciarias, conurbación intermunicipal, características urbanas, continuidad, integración funcional con municipios centrales, aspectos geográficos, etc.

Los municipios que integran la ZMT son los siguientes:

1. Almoloya de Juárez
2. Calimaya
3. Chapultepec
4. Lerma
5. Metepec
6. Mexicaltzingo
7. Ocoyoacac
8. Otzolotepec
9. Rayón
10. San Antonio la Isla
11. San Mateo Atenco
12. Temoaya
13. Tenango del Valle
14. Toluca
15. Xonacatlán
16. Zinacantepec.

A continuación, se muestra en la figura la conformación de la Zona Metropolitana de Toluca en el Estado de México:

Mapa 1. Zona Metropolitana de Toluca



Elaboración propia a partir de cartografía de INEGI

De acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda del 2020 (INEGI, 2021), la ZMT tiene 2 millones 353 mil 924 habitantes en una extensión aproximada de 2 mil 203.2 km²; una tasa de crecimiento media anual de 1.6 % en el periodo 2010 al 2020, con una densidad media urbana de 64.4 habitantes por hectárea (cuadro 14).

**Cuadro 14. Zona Metropolitana de Toluca:
Población, tasa de crecimiento, superficie, densidad media urbana y relación
hombre/mujer, 2020.**

MUNICIPIO	Población Total	Tasa de crecimiento media anual 2010-2020	Superficie km2	% población urbana	Densidad Media Urbana	Relación hombre/mujer
Almoloya de Juárez	174,587.00	1.7	478.22	9.9	45.40	99.6
Calimaya	68,489.00	3.8	104.26	0.0	57.9	95.1
Chapultepec	12,772.00	2.8	11.51	0.0	46.7	93.3
Lerma	170,327.00	2.4	230.87	37.4	43.9	97.2
Metepec	242,307.00	1.2	67.45	73.0	83.8	91.8
Mexicaltzingo	13,807.00	1.7	11.74	0.0	57.7	95.7
Ocoyoacac	72,103.00	1.6	138.26	40.3	59.9	95.5
Otzolotepec	88,783.00	1.3	129.94	0.0	28.0	95.8
Rayón	15,972.00	2.3	22.94	0.0	62.3	94.2
San Antonio la Isla	31,962.00	3.7	23.32	53.4	81.3	93.2
San Mateo Atenco	97,418.00	3.0	21.13	91.1	49.6	95.1
Temoaya	105,766.00	1.6	191.26	0.0	33.5	95.0
Tenango del Valle	90,518.00	1.5	211.08	27.2	54.8	96.7
Toluca	910,608.00	1.1	426.86	68.9	72.3	93.2
Xonacatlán	54,633.00	1.7	33.25	42.0	43.3	96.0
Zinacantepec	203,872.00	2.0	313.93	39.4	47.9	95.3
TOTAL	2,353,924.00	1.6	2416.02	48.8	64.4	94.6

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y IGECM (ver anexos)

4.2. Principales características de la ZMT

A continuación, se muestran las principales características de la Zona Metropolitana de Toluca:

4.2.1. Características sociales

a) Demografía

En el aspecto demográfico los aspectos son contrastantes al interior de la zona metropolitana, se observa en el cuadro 14 que el total de la población es aproximada a las 2,353,924 de habitantes, donde sobresalen los municipios de Toluca (910,608), Metepec (242,307), Zinacantepec (203,872), Almoloya de Juárez (174,587) y Lerma (170,327); en contraparte, los menos poblados son San Antonio la Isla (31,962), Rayón (15,972), Mexicaltzingo (13,807), Chapultepec (12,772); bajo este contexto podemos asociar estas diferencias con algunas variables, como el crecimiento de la población y el porcentaje de población urbana, en el primer caso los municipios de mayor población presentan una relación inversa con su crecimiento sobre todo en Toluca, Metepec, Almoloya y Lerma; con respecto a la población urbana vemos que está asociada directamente dado que los porcentajes importantes se manifiestan en estos mismos municipios.

Este análisis lleva a deducir que los municipios de mayor población tienen menor ritmo de crecimiento demográfico y una mayor población urbana con respecto a los municipios denominados rurales.

b) Vivienda

Las condiciones de vivienda según el cuadro 15, ilustra las disparidades entre los municipios que integran la zona metropolitana, de acuerdo con los datos, se ilustra que municipios urbanos como Toluca, Metepec y Lerma están mejor dotados con aspectos tecnológicos (computadora, telefonía fija e internet) en comparación a municipios de menor urbanización como es Temoaya donde la penetración tecnológica es muy baja con respecto a los demás municipios. En lo que se refiere a los servicios de agua, luz y drenaje, las cifras son muy alentadoras para la mayoría de los municipios, sobre todo en luz y drenaje donde la cobertura es cercana al cien por ciento; en las características de la vivienda con piso diferente de tierra, el porcentaje de ellas también es aproximada al 100%.

Cuadro 15. Características de vivienda en la ZMT, 2020

MUNICIPIO	% viviendas disponibilidad agua	% viviendas energía	% viviendas telefonía fija	% viviendas con celular	% viviendas computadora	% viviendas internet	Promedio de ocupantes por vivienda
Almoloya de Juárez	92.5	98.7	15.2	80.0	20.4	26.3	4.03
Calimaya	99.0	99.3	34.0	90.0	45.0	53.9	3.96
Chapultepec	99.1	99.6	39.2	90.7	42.1	59.7	3.79
Lerma	98.5	99.1	32.9	88.9	40.8	51.6	4
Metepec	99.3	99.7	57.7	92.7	61.2	73.3	3.55
Mexicaltzingo	97.5	99.4	37.1	86.2	36.9	53.7	4.18
Ocoyoacac	97.6	99.3	34.0	88.8	39.4	53.2	4.16
Otzolotepec	99.1	99.3	16.7	82.5	24.4	34.5	4.32
Rayón	99.2	99.5	30.1	84.0	33.8	49.5	4.23
San Antonio la Isla	99.5	99.6	33.2	93.0	47.7	62.3	3.75
San Mateo Atenco	96.9	99.1	31.3	90.0	38.5	55.4	4.22
Temoaya	98.8	99.0	11.6	79.6	19.0	28.0	4.39
Tenango del Valle	97.9	99.1	21.4	80.3	24.2	35.6	4.25
Toluca	97.9	99.5	41.7	89.8	45.6	58.1	3.79
Xonacatlán	98.8	99.4	20.0	86.8	31.5	45.5	4.16
Zinacantepec	97.6	99.3	33.1	85.3	35.5	47.8	4.17
TOTAL	97.8	99.3	35.9	87.9	41.0	52.8	3.9

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

c) Educación

En materia de educación, la zona metropolitana presenta niveles de rezago importante, prueba de ello es el promedio de escolaridad y el número de habitantes por biblioteca: para el caso del primer rubro destaca que el promedio de escolaridad para la mayoría de los municipios se centra en niveles entre 9 y 10, lo cual refleja que los habitantes apenas cuentan con grado de escolaridad de

básica, sólo dos municipios alcanzan los 11 y 12 años, indica que equivalen estudios de nivel medio superior; dentro del rubro de habitantes por biblioteca, las cifras son muy elevadas, van desde los 6 mil hasta los 48 mil, resaltando que los municipios con mayor cantidad se centran en localidades con características urbanas, San Mateo Atenco (48,708), Toluca (35,023), Zinacantepec (25,484), Almoloya de Juárez (21,823) principalmente (cuadro 16).

Si de desear destacar algunos aspectos favorables en el aspecto educativo, se muestra el porcentaje de población analfabeta mayor a 15 años relativamente bajo, donde las cifras oscilan entre el 1.3 y 6.2; en alumnos por maestro, las cifras presentadas indican que no existe un gran número de alumnos por docente, en general los municipios en gran medida no rebasan los 24 estudiantes.

Cuadro 16. Educación en la ZMT, 2020

MUNICIPIO	Promedio de escolaridad	% Población analfabeta con 15 años y más	Habitantes por biblioteca	Alumnos por maestro	Alumnos por escuela	Maestros por escuela
Almoloya de Juárez	8.68	5.6	21,823.4	22	148.4	7.0
Calimaya	10.74	2.8	8,561.1	23	174.4	4.0
Chapultepec	10.69	1.6	6,386.0	19	258.3	13.0
Lerma	10.36	2.7	11,355.1	18	226.9	13.0
Metepec	12.27	1.3	13,461.5	16	213.9	14.0
Mexicaltzingo	10.14	2.8	13,807.0	19	211.8	11.0
Ocoyoacac	10.43	2.5	14,420.6	19	204.3	11.0
Otzolotepec	8.98	5.2	29,594.3	20	185.9	9.0
Rayón	9.96	2.8	7,986.0	20	238.1	12.0
San Antonio la Isla	11.11	1.7	15,981.0	21	277.7	13.0
San Mateo Atenco	10.42	2.0	48,709.0	24	263.3	11.0
Temoaya	8.27	6.2	11,751.8	21	173.4	8.0
Tenango del Valle	9.07	5.1	9,051.8	19	187.9	10.0
Toluca	10.92	2.6	35,023.4	16	253.0	16.0
Xonacatlán	9.67	3.6	10,926.6	22	183.2	8.0
Zinacantepec	9.99	3.8	25,484.0	19	223.9	11.0
TOTAL	10.10625	3.1	18,983.3	18.0	220.4	12.6

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

d) Salud

En la cobertura de servicios de salud, los municipios de la zona metropolitana muestran un comportamiento muy extremo en los rubros, tal es el caso más representativo de la población derechohabiente de alguna institución de seguridad social a nivel federal o estatal, la cobertura en todos los municipios no rebasa el 65.6%, cabe aclarar que en años recientes, se han implementado programas sociales como “seguro universal” entre otros para subsanar esta deficiencia a nivel nacional, sin embargo, este tipo de acciones solo van enfocados a atención en materia de servicios de salud, pero no contempla un sistema de retiro como el que se ofrece idealmente en la cobertura de seguridad social.

Otro aspecto para destacar es el índice de envejecimiento, el cual refleja la población adulta mayor con respecto a los grupos de infancia y jóvenes, el caso más significativo se presenta en Metepec con una cifra de 68.5, seguido de Toluca y Ocoyoacac con 45.1 y 42.8, respectivamente.

En los datos de habitantes por médico y por unidad médica, la situación no es muy alentadora: para el primer caso, gran número de municipios de la zona metropolitana de Toluca se encuentran entre el rango de mil y 4 mil habitantes por médico (Calimaya, Ocoyoacac, Zinacantepec principalmente), cifra alarmante; por unidad médica los datos también reflejan un insuficiente atención, un importante número de municipios presenta cifras aproximadas entre 10 mil y 15 mil (Metepec, Chapultepec, San Mateo Atenco, San Antonio la Isla, Toluca y Zinacantepec), en los municipios de menor cifra en este rubro se tiene a Temoaya, Otzolotepec y Rayón (cuadro 17).

Respecto a la natalidad y mortalidad, esta refleja los nacimientos y las muertes por cada mil habitantes, de acuerdo con las estadísticas presentadas, se puede intuir que están a niveles aceptables, sin embargo, para dar un análisis más asertivo se tendrían que considerar algunos parámetros, que para esta descripción no es objetivo.

Cuadro 17. Salud en la ZMT, 2020

MUNICIPIO	% población derechohabiente	Índice de envejecimiento	Tasa bruta de natalidad	Tasa bruta de mortalidad	Tasa de mortalidad infantil	Habitantes por unidad médica	Habitantes por médico
Almoloya de Juárez	57.8	27.6	12.6	4.8	10.7	6,235.0	1,984.0
Calimaya	67.9	34.0	8.1	5.1	16.9	8,561.0	4,566.0
Chapultepec	80.3	33.1	7.7	4.3	0	12,772.0	982.0
Lerma	69.5	35.9	11.1	5.3	8.2	8,111.0	1,106.0
Metepec	72.2	68.5	11.5	20.8	18.4	15,144.0	168.0
Mexicaltzingo	61.1	37.1	14.4	7.1	0	6,904.0	1,972.0
Ocoyoacac	60.9	42.8	10.9	6.1	5.9	8,011.0	2,884.0
Otzolotepec	53.2	28.9	14.1	4.7	12	5,919.0	1,409.0
Rayón	81.1	35.9	1.6	10.1	27	5,324.0	998.0
San Antonio la Isla	77.0	25.3	10.6	3.8	0	10,654.0	1,522.0
San Mateo Atenco	66.8	33.5	14	5.4	6.5	12,177.0	1,522.0
Temoaya	59.7	24.8	19.6	4.9	19	3,917.0	979.0
Tenango del Valle	63.7	33.4	14.4	6.1	14.1	6,466.0	973.0
Toluca	66.6	45.1	9.9	12.3	94.3	10,467.0	245.0
Xonacatlán	58.6	35.0	16.5	7.7	24.4	9,106.0	780.0
Zinacantepec	64.7	31.8	12.9	5.0	7	10,194.0	2,192.0
TOTAL	65.6	39.8	11.9	7.1	16.5	8,783.3	392.8

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI e IGCEM, Secretaría de Salud (ver anexos)

d.1) Pandemia COVID-19

Finalmente, en materia de salud debemos destacar el efecto que dejó el fenómeno derivado por el Coronavirus (COVID-19), a partir de marzo de 2020 se declaró la pandemia por los principales organismos a nivel mundial y nacional, implementando una serie de medidas para atender la pandemia, para el caso mexicano se aplicó la Jornada Nacional Sana Distancia, que contemplaba el confinamiento de la población, suspensión (o en su caso restricción) de labores, aislamiento, uso de cubrebocas y gel antibacterial, cierre de establecimientos comerciales, entre otros aspectos.

Dicha situación generó pánico entre la población por el desconocimiento del virus y por falta de una cura (recordar que la vacuna se empezó a aplicar hasta el año 2021), el paro de actividades afectó no sólo lo económico sino, en diversos aspectos como el social, laboral, educativo, etc.

En nuestro país el aumento progresivo de los contagios y sus defunciones rápidamente posicionó a México entre los países con mayores cifras a nivel internacional. En particular, nuestra entidad presentó más de 126 mil casos y más de 3 mil defunciones en diciembre de 2020, ubicando al Estado de México dentro de nuestro territorio como de los más infectados, problemática que fue más representativa en las regiones urbanas. Para el caso de la Zona Metropolitana de Toluca, finales del año 2020 se rebasaron más de 20 mil casos por COVI-19 y 1200 defunciones reportadas por la Secretaría de Salud estatal, entre los municipios que presentaron cifras relevantes destaca el municipio de Toluca con 10,531 casos y 1,210 defunciones, Metepec con 2,486 casos y 327 defunciones, Lerma con 1,246 contagios y 169 fallecidos y Zinacantepec con 1,236 casos y 194 fallecimientos.

En ese contexto, se puede analizar los índices de letalidad (relación de personas contagiadas y fallecidas por contagio del coronavirus) y la tasa de mortalidad por cada 10,000 habitantes por COVID-19 en la zona metropolitana en cuestión. Con respecto al índice de letalidad, los municipios de Rayón, Mexicaltzingo, Ocotlán y Ocoyoacac presentaron las mayores cifras. En cuanto a la tasa de mortalidad, Mexicaltzingo, Metepec, Toluca, Chapultepec y Xonacatlán fueron los municipios altas tasas. (cuadro 18).

Cuadro 18. COVID-19 en la ZMT, 2020

MUNICIPIO	Casos positivos COVID-19	Tasa mortalidad covid-19	Índice de letalidad
	por cada 10,000 habitantes	por cada 10,000 habitantes	COVID-19
Almoloya de Juárez	38.2	5.0	13.2
Calimaya	50.8	7.6	14.9
Chapultepec	84.6	12.5	14.8
Lerma	73.2	9.9	13.6
Metepec	102.6	13.5	13.2
Mexicaltzingo	93.4	14.5	15.5
Ocoyoacac	70.5	10.5	15.0
Otzolotepec	40.9	6.3	15.4
Rayón	58.2	9.4	16.1
San Antonio la Isla	65.1	9.4	14.4
San Mateo Atenco	76.1	11.2	14.7
Temoaya	34.2	4.3	12.7
Tenango del Valle	57.3	7.8	13.7
Toluca	115.6	13.3	11.5
Xonacatlán	92.4	12.4	13.5
Zinacantepec	60.5	9.5	15.7
TOTAL	85.2	10.8	12.7

Fuente: elaboración propia con estadísticas de la Secretaría de Salud del Estado de México

4.2.2. Características económicas

a) Economía

Las actividades económicas suelen ser muy dinámicas debido a que la zona metropolitana concentra gran número de industrias en municipios importantes, así como el desarrollo constante de zonas habitacionales y centros comerciales, sin dejar a un lado la parte agropecuaria y forestal, además de que la actividad administrativa resalta al tener como capital del Estado de México a la Ciudad de Toluca.

En la actividad industrial resaltan los parques industriales en los municipios de Toluca, Lerma y Ocoyoacac principalmente; en lo que respecta a las actividades comerciales se tiene la instalación de centros de gran consumo sobre todo en los municipios de Toluca, Metepec, Zinacantepec y Lerma; de igual forma, la actividad de diversos servicios como los financieros, hoteleros, salud, educativos, transporte público y particular, aeroportuarios, administrativos han contribuido al proceso de metropolización. Por otra parte, el desarrollo habitacional

experimentado en diferentes municipios como Metepec, Toluca, Almoloya de Juárez, Zinacantepec, Xonacatlán, Juárez y Lerma han dado una transformación muy importante a la zona metropolitana.

Todos estos factores de manera conjunta han provocado gran presión en el medio ambiente de la región, situación que resulta compleja dada la ubicación geográfica desde el punto de vista económico considerando que hay gran relación con el principal mercado de nuestro país, la Ciudad de México y que no se debe olvidar que dentro de nuestra región de estudio está la Ciudad de Toluca como capital del Estado de México.

El efecto de la pandemia también surtió efectos de manera negativa en las actividades económicas, el confinamiento implicó que diversos establecimientos comerciales e industriales disminuyeran la venta y producción de bienes y servicios, dicho paro llevo al cierre de los mismos, en consecuencia la desocupación laboral disminuyó los ingresos familiares, y sobre todo la distribución del gasto que se requirió que se direccionara en materia de salud un alto porcentaje, el incremento de precios en productos de la canasta básica también se vio afectada por la contingencia, situación que desencadenó un deterioro bienestar en la población.

En el aspecto económico donde se consideran factores cuantitativos monetariamente hablando, la zona metropolitana presenta cifras aceptables en términos generales, el porcentaje de la población económicamente activa para los municipios es alrededor del 46 %, en cuanto a la población ocupada de ésta, el porcentaje es muy elevado en cada uno de los municipios es decir muy cercano al 100 %, cabe aclarar que estos datos arrojados por el censo tiene algunos acotaciones, debido a que esta ocupación refiere una actividad remunerada de manera permanente o temporal al momento de recabarse la información; en nivel de precios (índice de inflación) por región, de acuerdo al Banco de México, la tasa para la zona metropolitana fue del 3.2 en el mes de diciembre por ciento, esto es, un incremento de precios moderado de acuerdo a los objetivos de política económica en México, su importancia en el análisis se debe que al observarse su evolución, podemos apreciar que tanto poder adquisitivo se pierde o se gana en las familias para poder adquirir los productos básicos (cuadro18).

El rubro de razón de dependencia económico ha recibido mayor importancia en el análisis socioeconómico de cualquier país, entidad o municipio debido a que indica la porción de población adulta mayor y de infantes que dependen de la población con actividad productiva por cada 100 habitantes, es decir, a mayor valor, mayor número de población está sostenida económicamente por la población activa, lo deseable es que los niveles de dicha relación no es muy significativa, para el caso de nuestra zona metropolitana es de 51.7.

Respecto a los factores de PIB, deuda e inversión per cápita es muy relativo el análisis, dado que deberíamos contar con algunos parámetros para establecer algún comparativo, situación que llevaría a contemplar algunas variables económicas que no están disponibles de manera desagregada por municipios. En lo que respecta al PIB, tomando como referencia el Índice Municipal de Actividad Económica es de 286,103 millones de pesos para la Zona Metropolitana de Toluca, este indicador muestra la aportación la contribución municipal al agregado de la actividad económica estatal, en ese sentido destacan los municipios de Toluca (152,173.5 millones), Metepec (49,334.6 millones) y Lerma (32,044.5 millones); si consideramos el total de la entidad mexiquense (1,533,183.8 millones), las aportaciones de los municipios mencionados aportan el 9.93 %, 3.2% y el 2%, respectivamente (cuadro 19).

El indicador llamado Línea de Pobreza por Ingresos reportado por CONEVAL, considera la evolución de la canasta alimentaria y canasta no alimentaria, dato que nos muestra en términos monetarios el valor de una canasta de alimentos, bienes y servicios básicos, para la zona metropolitana el porcentaje de la población es del 51 %, es decir, más de la población se encuentra en esta condición de pobreza, solo los municipios de Metepec y Lerma presentan las cifras menores con 34 y 33 por ciento en ese orden (cuadro 19.)

Cuadro 19. Aspectos Económicos de la ZMT, 2020

MUNICIPIO	% PEA	% PEA ocupada	PIB per cápita	Inversión pública per cápita	Deuda pública per cápita	Inflación 2020	Índice Municipal de Actividad Económica	Índice de desarrollo humano	Línea de pobreza por ingresos
Almoloya de Juárez	46.6	97.8	10,348.4	278.8	0.28	3.2	0.12	0.722	65.3
Calimaya	48.5	98.3	26,379.4	386.7	39.9	3.2	0.08	0.738	50.7
Chapultepec	47.9	98.2	10,115.9	1,402.6	207.0	3.2	0.01	0.745	42.3
Lerma	49.2	97.8	191,336.7	849.4	232.6	3.2	2.09	0.736	34.8
Metepec	51.3	97.3	203,603.7	399.1	84.4	3.2	3.22	0.843	33.2
Mexicaltzingo	44.8	97.5	14,000.1	489.5	487.9	3.2	0.01	0.748	54.0
Ocoyoacac	51.2	98.2	151,527.7	420.1	52.1	3.2	0.71	0.766	49.2
Otzolotepec	47.7	97.9	77,488.9	236.1	110.7	3.2	0.45	0.703	61.7
Rayón	43.4	97.4	16,854.5	2,418.0	33.1	3.2	0.02	0.740	48.5
San Antonio la Isla	49.5	97.8	53,760.7	1,358.9	18.1	3.2	0.11	0.724	44.9
San Mateo Atenco	50.5	98.2	125,944.9	876.2	47.6	3.2	0.80	0.743	53.9
Temoaya	47.7	98.4	9,583.4	450.0	11.4	3.2	0.07	0.665	62.0
Tenango del Valle	47.8	98.4	41,444.8	303.9	237.9	3.2	0.24	0.725	50.7
Toluca	50.3	97.5	166,847.9	1,074.4	132.5	3.2	9.93	0.800	51.8
Xonacatlán	48.2	97.4	24,432.1	1,079.0	35.7	3.2	0.09	0.733	60.7
Zinacantepec	47.9	97.9	53,991.7	220.5	115.6	3.2	0.73	0.708	52.5
TOTAL	49.4	97.7	121,908.2	729.5	110.2	1.9	18.66	0.740	51.01375

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, IGECM y Banco de México

4.2.3. Características ambientales

En lo referente al medio ambiente, es pertinente hablar de cifras referente a factores que reflejan los niveles de actividades de una región que ejercen presión en la calidad del medio ambiente, tal como el número de automóviles por cada mil habitantes, en el cuadro 19 se puede observar que el parque vehicular está concentrado en Metepec (675), Toluca (581), Mexicaltzingo (456), Lerma (397) y San Mateo Atenco (396), municipios altamente urbanizados en ese orden; el consumo de energía per cápita presenta las mayores cifras en Lerma (3.0), San Antonio la Isla (2.9), Metepec (2.05) y Toluca (1.3), municipios que concentran actividades económicas, industriales o concentración de vivienda; en la recolección de residuos sólidos por habitante, tenemos a Mexicaltzingo (651), Temoaya (403), Metepec (373), Almoloya (345) y Ocoyoacac (334) resaltan con el mayor volumen de recolección per cápita; en el servicio de drenaje, la cobertura es muy elevada debido a que todos de los municipios se aproximan al 100%, excepto en Almoloya de Juárez que presenta únicamente 87.3%; en la superficie forestal y la reforestación, tenemos que el mayor valor de la superficie forestal, cuatro municipios presentan un porcentaje más elevado con respecto al total de su territorio, Ocoyoacac (52.1%), Zinacantepec (46.8%), Otzolotepec, Xonacatlán (38.2%) y Lerma (38.1), esto explicado por las características geográficas propias (cuadro 20).

Finalmente, en la calidad del aire de la zona metropolitana en análisis en los últimos años no ha sido favorable para la población de la región, datos para diciembre de 2020, el reporte del Monitoreo Atmosférico indicaba que las partículas (PM10) el nivel de 112, que la ubican en una mala calidad del aire, sin embargo, en dicho mes alcanzaron un máximo de 143. Esta condición ha sido cada vez más frecuente, lo cual pone a la zona metropolitana como uno de los lugares a nivel nacional como de las más contaminadas (cuadro 20).

Cuadro 20. Aspectos ambientales en la ZMT, 2020

MUNICIPIO	% superficie forestal	Consumo de energía per cápita Mw/hra/hab	Recolección residuos sólidos/hab/kilos	Contaminación partículas PM10	Vehículos por cada mil hab
Almoloya de Juárez	14.0	0.8	345.0	112	227.2
Calimaya	19.1	0.6	298.4	112	284.4
Chapultepec	1.3	0.6	115.1	112	294.9
Lerma	38.1	3.0	134.7	112	397.9
Metepec	1.6	2.5	373.0	112	675.8
Mexicaltzingo	11.8	1.3	651.8	112	456.4
Ocoyoacac	52.1	1.3	334.1	112	344.9
Otzolotepec	33.2	0.3	76.6	112	214.9
Rayón	0.0	1.2	297.4	112	191.6
San Antonio la Isla	4.9	2.9	296.9	112	231.6
San Mateo Atenco	0.0	0.9	192.0	112	396.4
Temoaya	18.4	0.6	73.7	112	249.0
Tenango del Valle	36.2	0.7	403.2	112	253.9
Toluca	18.8	1.3	215.3	112	581.3
Xonacatlán	38.2	0.5	340.8	112	338.5
Zinacantepec	46.8	0.6	107.9	112	278.3
TOTAL	26.7	1.2	233.3	112	445.1

Fuente: Red Monitoreo de la Calidad del Aire de la ZMT, IGCEM, Informes municipales

CAPITULO 5.

RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD URBANAY DE CALIDAD DE VIDA PARA LA ZMT

En este apartado se tiene como objetivo la aplicación y desarrollo del índice integrado para medir el grado de sustentabilidad urbana y ambiental del año 2020, así como de la calidad de vida urbana para el caso de estudio de la Zona Metropolitana de Toluca, esto a partir de del método de promedios ponderados múltiple propuesto por Leva (2005).

5.1. Índice de sustentabilidad urbana

Como se especificó anteriormente, el método propuesto para calcular el Indicador Integrado de Sustentabilidad Urbana para la Zona Metropolitana de Toluca es de ponderación múltiple de acuerdo con Leva, para ello se consideraron tres dimensiones: social, ambiental y económica.

Los datos se obtuvieron de las siguientes fuentes: del Censo de Población y Vivienda de 2020; Agenda Básica Municipal (Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral), Inventario Forestal de PROBOSQUE, Informes municipales y estatales y de la CONAPO.

5.1.1 Método de Ponderación Múltiple para calcular el Índice de Sustentabilidad Urbana

Considerando que las fases de la definición del marco conceptual, los criterios de selección de indicadores, fuentes de información, se desarrolla el procedimiento del Método de Ponderación Múltiple.

5.1.1.1. Estandarización

El valor que aparece para cada indicador simple en las tablas de las dimensiones es el total que resulta de la sumatoria de los municipios integrantes de la ZMT (x), se identifican los valores mínimo y máximo de los municipios (mín. y máx, respectivamente). La implementación de la primera fase del método es la estandarización de los valores que fueron recogidos de manera directa de las fuentes de información a través de la técnica conocida como “puntos de correspondencia” descritos anteriormente (ecuaciones 1 y 2), esto con la finalidad de homogenizar las unidades de medida para que puedan efectuarse los cálculos de integración.

El puntaje obtenido (z) de cada rubro se clasifica de acuerdo con la escala ordinal como se ve en el cuadro 19. De acuerdo con los resultados destacan las viviendas con disponibilidad de luz, agua, población derechohabiente e internet con valoraciones muy importantes (valor ordinal MB para ambos casos); situación contraria, es el porcentaje en los rubros de relación hombre-mujer, homicidios y robos pro cada diez mil habitantes, donde la valoración ordinal es mala, por otra parte, en los indicadores de COVID-19, los casos positivos y la tasa de mortalidad reflejan cifras por demás impactantes que la ubican a la zona metropolitana en una mala escala (cuadro 21).

Cuadro 21. Estandarización de indicadores simples a escala ordinal de la dimensión social, 2020

INDICADOR SIMPLE DE DIMENSIÓN SOCIAL	Valor (X)	Min	Max	Valor estandarizado (z)	Valor ordinal
% porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua	97.8	0.0	99.5	98.31	MB
% porcentaje de viviendas con disponibilidad de luz	99.3	0.0	99.6	99.73	MB
% porcentaje de viviendas con telefonía fija	35.9	0.0	57.7	62.30	B
% porcentaje de viviendas con computadora	41.0	0.0	61.2	66.99	B
% porcentaje de viviendas con internet	52.8	0.0	73.3	72.07	B
% porcentaje de viviendas con celular	87.9	0.0	93.0	94.56	MB
% de población derechohabiente	65.6	0.0	81.1	80.89	MB
Promedio de escolaridad	10.1	8.3	12.3	45.91	R
Relación hombre-mujer	94.6	91.8	99.6	35.64	M
Tasa bruta de natalidad	11.9	1.6	19.6	57.05	R
% porcentaje de viviendas con piso diferente de tierra	97.7	94.3	99.1	71.85	B
Tasa de crecimiento media anual poblacional	1.6	1.1	3.8	82.54	MB
Promedio de ocupantes por vivienda	3.9	3.6	4.4	58.33	R
% población analfabeta de 15 años y más	3.1	1.3	6.2	62.82	B
Habitantes por biblioteca	18,983.3	6,386.0	48,709.0	70.24	B
Índice de envejecimiento	39.8	24.8	68.5	65.65	B
Tasa bruta de mortalidad	7.1	3.8	20.8	80.63	MB
Tasa de mortalidad infantil	16.5	0.0	94.3	82.48	MB
Habitantes por unidad médica	8,783.3	3,917.0	15,144.0	56.66	R
Habitantes por personal médico	392.8	168.0	4,566.0	94.89	MB
Alumnos por escuela	220.4	148.4	277.7	44.32	R
alumnos por maestro	18.0	16.0	23.0	71.43	B
Maestros por escuela	220.4	148.4	277.7	44.32	R
Homicidio por cada 10000 habitantes	1.9	3.6	1.2	29.99	M
Robos por habitante por cada 10000 habitantes	81.0	21.3	115.6	36.65	M
Participación ciudadana (votaciones municipales)	56.9	50.3	75.7	73.93	B
Casos positivos COVID-19 por cada 10,000 habitantes	85.2	34.2	115.6	37.44	M
Tasa mortalidad covid-19 por cada 10,000 habitantes	10.8	4.3	14.5	36.08	M
Índice de letalidad COVID-19	12.7	11.5	16.1	73.80	B

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI, IGECM y Secretaría de Salud del Estado de México (anexo 1)

En el cuadro 22 se observa los valores estandarizados de los indicadores simples de la dimensión ambiental, así como el valor ordinal. Los rubros peor valorados son la recolección de residuos sólidos, la densidad media urbana, y la contaminación por partículas PM10 (en la escala ordinal ubicados como mal), esto es característico derivado de las actividades económicas de la zona que concentran gran parte de la mancha urbana, sector industrial y comercial; en contraparte, los mejor valorados se ubica principalmente el porcentaje de las viviendas con el servicio de drenaje (muy buena), demanda de agua (litros por segundo), consumo de energía per cápita y densidad de carreteras (buena).

Cuadro 22. Estandarización de indicadores simples a escala ordinal de la dimensión ambiental, 2020

INDICADOR SIMPLE DE DIMENSIÓN AMBIENTAL	valor (X)	Min	Max	Valor estandarizado (z)	valor ordinal
% de superficie forestal	26.7	0	52.1	51.30	R
Recolección residuos sólidos/hab/kilos	233.3	73.7	651.8	27.61	M
Dotación de agua litros por habitante al día	286.3	250	330	45.31	R
% de viviendas con drenaje	97.5	87.3	99.4	84.58	MB
Densidad Media Urbana	64.4	28.0	83.8	34.77	M
% población urbana	48.8	0.0	91.1	46.47	R
% de superficie sembrada	38.3	25.9	77.5	76.03	B
% superficie afectada por incendios	0.3	0.0	1.1	71.30	B
Densidad de carreteras	0.3	0.1	1.0	77.58	B
Consumo energía per cápita Mw/HRA/HABIT	1.2	0.3	3.0	65.45	B
Contaminación IMECA (PM10)	132.0	106.0	143.0	29.73	M
Automóviles por cada 1,000 habitantes	445.1	191.6	675.8	47.65	R
Demanda de agua lts. Por segundo	787.50	250.0	2800.0	78.92	B

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI e IGCEM, Red de Monitoreo Atmosférico(anexo 2)

Ahora con respecto a la dimensión económica, se observa que el valor arrojado para el porcentaje de la población económicamente activa es muy importante (condición buena), esto lleva a corroborar que la zona es muy importante, sin embargo, el porcentaje de la población ocupada de esta PEA está ubicada como mala, una posible explicación es la derivada de la pandemia por coronavirus, que llevo a la restricción de diversas actividades económicas que llevaron a desempleo en la gran mayoría de establecimientos. Otros indicadores que presentan una mala escala son la inversión pública per cápita por habitante y el índice de desarrollo humano.

Respecto al índice municipal de actividad económica que refleja la aportación de los sectores económicos a total de la entidad, algunos municipios tienen buenos datos, pero que en conjunto de la zona metropolitana la ubican en una escala regular, además la inflación (incremento de precios), que también se vio afectada por la contingencia sanitaria, presentó una escala regular (cuadro 23).

Cuadro 23. Estandarización de indicadores simples a escala ordinal de la dimensión económica, 2020

INDICADOR SIMPLE DE DIMENSIÓN ECONOMICA	valor (X)	Min	Max	Valor estandarizado	valor ordinal
% de población económicamente activa (PEA)	49.4	43.4	51.3	75.39	B
% de población Ocupada de la PEA	97.7	97.3	98.4	39.36	M
PIB per cápita pesos/hab	121,908.2	10,348.4	203,603.7	57.73	R
Inversión pública per cápita pesos/hab	729.5	220.5	2,418.0	23.16	M
% Inversión pública desarrollo económico pesos/hab	57.3	14.9	88.8	57.37	R
% Inversión pública desarrollo social pesos/hab	32.1	3.8	73.9	40.33	R
Índice Municipal de Actividad Económica % aportación al	9.93	0.01	18.66	53.19	R
Índice de Desarrollo Humano	0.740	0.703	0.843	26.38	M
Línea de pobreza por ingresos	51.0	33.2	65.3	44.53	R
Incremento de precios (inflación)	1.9	0.0	3.2	40.63	R
Razón de dependencia económica	51.7	49.5	58.7	75.86	B
Deuda pública per cápita pesos/hab	110.2	0.28	487.9	77.47	B

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de Banco de México, CONVAL IGCEM (ver anexo2)

5.1.1.2 Ponderación

A partir de estos resultados es posible obtener los indicadores de sustentabilidad por dimensión, asignando peso relativo a cada indicador, considerando que las ponderaciones (p) en suma por cada una de las dimensiones debe arrojar como resultado uno. En esta etapa se multiplican los valores estandarizados (denominados por z) por su ponderación asignada (p) y se suman por dimensión, es necesario determinar el calor cualitativo (escala) como se observa en los cuadros 24, 25 y 26.

Respecto a los valores de ponderación, uno de los criterios para su asignación tiene que ver con la jerarquización e importancia que tienen impacto directo en la población de mayor a menor. Para la dimensión social, por ejemplo, indicadores relacionados a la salud (derechohabientes, unidades médicas, médicos, etc.) con mayor valor; en el otro extremo, indicadores no tan necesarios para población como computadora, internet, celular con menor valor. Para la dimensión ambiental y económica, se asignan valores iguales, dado que los indicadores tienen impacto directo en las personas sobre el bienestar y calidad de vida.

En el caso de la dimensión social, se priorizaron con mayor peso (0.06) los indicadores relacionados con la pandemia, índice de letalidad, casos positivos y tasa de mortalidad; los indicadores que tienen que ver con la vivienda y su entorno inmediato que repercuten de manera directa al individuo, pero que no son indispensables como son: disponibilidad telefonía fija, celular, internet y computadora, se les asignó menor peso entre 0.01 y 0.02. En el cuadro 24 se puede observar cada una de las ponderaciones de los indicadores de la dimensión social y su escala de acuerdo con el resultado:

Cuadro 24. Indicadores ponderados de la dimensión social, 2020

INDICADORES DIMENSIÓN SOCIAL	Ponderación (p)	z	p*z	valor cualitativo
% porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua	0.03	98.31	3.4	
% porcentaje de viviendas con disponibilidad de luz	0.03	99.73	3.4	
% porcentaje de viviendas con telefonía fija	0.01	62.30	0.9	
% porcentaje de viviendas con computadora	0.01	66.99	1.0	
% porcentaje de viviendas con internet	0.01	72.07	1.0	
% porcentaje de viviendas con celular	0.01	94.56	1.4	
% de población derechohabiente	0.03	80.89	2.8	
Promedio de escolaridad	0.03	45.91	1.6	
Relación hombre-mujer	0.03	35.64	1.2	
Tasa bruta de natalidad	0.03	57.05	2.0	
% porcentaje de viviendas con piso diferente de tierra	0.03	71.85	2.5	
Tasa de crecimiento media anual poblacional	0.03	82.54	2.8	
Promedio de ocupantes por vivienda	0.03	58.33	2.0	
% población analfabeta de 15 años y más	0.03	62.82	2.2	
Habitantes por biblioteca	0.03	70.24	2.4	
Índice de envejecimiento	0.03	65.65	2.3	
Tasa bruta de mortalidad	0.03	80.63	2.8	
Tasa de mortalidad infantil	0.03	82.48	2.8	
Habitantes por unidad médica	0.03	56.66	2.0	
Habitantes por personal médico	0.03	94.89	3.3	
Alumnos por escuela	0.03	44.32	1.5	
alumnos por maestro	0.03	71.43	2.5	
Maestros por escuela	0.03	44.32	1.5	
Homicidio por cada 10000 habitantes	0.03	29.99	1.0	
Robos por habitante por cada 10000 habitantes	0.03	36.65	1.3	
Participación ciudadana (votaciones municipales)	0.02	73.93	1.8	
Casos positivos COVID-19 por cada 10,000 habitantes	0.06	37.44	2.4	
Tasa mortalidad covid-19 por cada 10,000 habitantes	0.06	36.08	2.3	
Índice de letalidad COVID-19	0.06	73.80	4.8	
			62.85	Regular

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI, IGCEM y Secretaría de Salud del Estado de México (anexo 1)

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede clasificar de acuerdo con los valores cualitativos categorizados en la escala ordinal para cada dimensión.

En la dimensión *social* el resultado de 62.85 equivale a “regular”, sin embargo, es importante destacar que algunos rubros están calificados como “muy buenos” sobre todo en servicios de luz, y agua situación que fue contrarrestada por importantes factores evaluados como “malos”, tal es el caso factores de relacionados a la inseguridad y el COVID-19 (mala)

Para la dimensión ambiental, a todos los indicadores se les asignó el mismo peso (0.08), esto quiere decir que cada uno es importante para determinar la calidad de la dimensión porque cada uno genera efectos de manera directa e indirecta en el medio ambiente, en el cuadro 25 se observa el resultado de escala.

En la *ambiental*, la suma fue de 56.67, lo cual indica una situación “regular”, donde destacan los rubros: viviendas con drenaje, demanda de agua, consumo de energía y densidad de carreteras; caso contrario ocurrió con la contaminación por partículas PM10, densidad media urbana, y la recolección de residuos sólidos (cuadro 25).

Cuadro 25. Indicadores ponderados de la dimensión ambiental, 2020

INDICADOR SIMPLE DE DIMENSIÓN AMBIENTAL	Ponderación (p)	z	p*z	valor cualitativo
% de superficie forestal	0.08	51.3	3.9	
Recolección residuos sólidos/Hab/kilos	0.08	27.6	2.1	
Dotación de agua litros por habitante al día	0.08	45.3	3.5	
% de viviendas con drenaje	0.08	84.6	6.5	
Densidad Media Urbana	0.08	34.8	2.7	
% población urbana	0.08	46.5	3.6	
% de superficie sembrada	0.08	76.0	5.8	
% superficie afectada por incendios	0.08	71.3	5.5	
Densidad de carreteras	0.08	77.6	6.0	
Consumo energía per cápita Mw/HRA/HABIT	0.08	65.5	5.0	
Contaminación IMECA (PM10)	0.08	29.7	2.3	
Automóviles por cada 1,000 habitantes	0.08	47.7	3.7	
Demanda de agua lts. Por segundo	0.08	78.9	6.1	
			56.67	Regular

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI e IGCEM (anexos 2)

En el ámbito económico, es posible observar que la ponderación fue la misma para todos los indicadores (0.08), sin embargo, es importante mencionar que los efectos de la pandemia impactaron de manera negativa el ámbito económico y que hasta la fecha se sigue percibiendo el fenómeno, dado que la reactivación económica ha sido más lenta de lo esperado, situación que pone de manifiesto las inadecuadas políticas públicas para atender la situación (cuadro 26).

Cuadro 26. Indicadores ponderados de la dimensión económica

INDICADOR SIMPLE DE DIMENSIÓN ECONÓMICA	Ponderación (p)	z	p*z	valor cualitativo
% de población Económicamente Activa (PEA)	0.08	75.4	6.28	
% de población Ocupada de la PEA	0.08	39.4	3.28	
PIB per cápita pesos/hab	0.08	57.7	4.81	
Inversión pública per cápita pesos/hab	0.08	23.2	1.93	
% Inversión pública desarrollo económico pesos/hab	0.08	57.4	4.78	
% Inversión pública desarrollo social pesos/hab	0.08	40.33	3.36	
Índice Municipal de Actividad Económica (millones peso	0.08	53.2	4.43	
Índice de Desarrollo Humano	0.08	26.4	2.20	
Línea de pobreza por ingresos	0.08	44.53	3.71	
Incremento de precios (inflación)	0.08	40.6	3.39	
Razón de dependencia económica	0.08	75.9	6.32	
Deuda pública per cápita pesos/hab	0.08	77.5	6.46	
			50.95	Regular

Fuente: elaboración propia a partir de cifras de INEGI e IGCEM (anexos 2)

Para la dimensión *económica*, el valor fue de 50.95 “regular”, sobresalen los factores del porcentaje de PEA, la razón de dependencia económica y deuda como rubros bien valorados, caso distinto al de la inversión per cápita y el Índice de Desarrollo Humano y población ocupada situados en una escala mala.

5.1.1.3 Integración del índice de sustentabilidad urbana

Finalmente, para tener el indicador integrado de la ZMT, se asignaron los mismos pesos relativos (0.33) a cada dimensión para seguir el criterio de del equilibrio de los tres pilares de la que favorecen la sustentabilidad (cuadro 27).

Cuadro 27. Indicador Integrado de Sustentabilidad Urbana para la ZMT, 2020

DIMENSIÓN	Ponderación (p)	z	p*z	Valor cualitativo
Social	0.33	65.09	20.9	B
Ambiental	0.33	56.67	18.9	R
Económica	0.33	50.95	17.0	R
INDICADOR INTEGRADO			56.8	Regular

Fuente: elaboración propia elaboración propia a partir de cifras de INEGI e IGCEM

Con respecto al Indicador Integrado de Sustentabilidad, al igual que los resultados arrojados por cada una de las dimensiones, su valor únicamente alcanzó el 56.8, que se clasifica como “regular”, lo cual manifiesta en términos generales que la Zona Metropolitana de Toluca en un nivel intermedio.

Como se pudo observar, el método ponderado múltiple permitió integrar el índice de sustentabilidad de manera apropiada, ahora bien, se comentó que el análisis de la calidad de vida tiene cabida en el desarrollo sustentable, en otras palabras, la idea de sustentabilidad y la calidad de vida de manera implícita superar la concepción del enfoque economicista. De ahí, que el siguiente punto es aplicar el método ponderado múltiple para calcular el indicador integrado de calidad de vida para la Zona Metropolitana de Toluca.

5.2. Integración del índice de calidad de vida urbana para la Zona Metropolitana de Toluca

La propuesta de realizar un sistema de indicadores relacionado con la Sustentabilidad en el marco de la Calidad de Vida Urbana para la Zona Metropolitana de Toluca para el año 2010, obliga a superar los sistemas de indicadores ambientales o de sustentabilidad (aunque estos últimos incorporan variables económicas y sociales). Desde nuestro punto de vista los indicadores revelan el carácter de los satisfactores utilizados para atender determinadas necesidades, los indicadores no sólo indicarían si se va en sentido correcto o no, sino que determinarían el carácter de los satisfactores utilizados.

Como se especificó anteriormente, el método propuesto para calcular el Indicador Integrado de Calidad de Vida Urbana para la Zona Metropolitana de Toluca es de ponderación múltiple, para ello se consideraron cuatro dimensiones (con sus respectivos indicadores): hábitat, social, económica y subjetiva.

Las fuentes de información para el caso de los tres primeros, se obtuvo del Censo de Población y Vivienda de 2010 y la Encuesta en Ciudades Mexicanas sobre Calidad de Vida, Competitividad y Violencia Social (ENCOVIS, efectuada de manera conjunta entre la Secretaría de Desarrollo Social (actualmente Secretaría del Bienestar) y el Colegio de la Frontera Norte), y para la parte subjetiva se basó también en la información de la ENCOVIS y de las Encuestas Nacionales sobre inseguridad (recabadas por el Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C.).

En los siguientes párrafos se muestra la integración del indicador.

5.2.1. Indicador de calidad de vida urbana por dimensión

La escala ordinal para determinar las categorías de calidad de vida urbana se puede observar en el cuadro 28:

Cuadro 28. Escala ordinal de los Indicadores de Calidad de Vida Urbana, 2010

<i>Intervalo</i>	<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>
80-100	MB	muy buena
60-80	B	buena
40-60	R	regular
0-40	M	mala

Fuente: Leva (2005)

La aplicación del citado método implica como primera fase estandarizar los valores de los indicadores simples y su transformación a escala ordinal (cuadro 29).

Cuadro 29. Estandarización de valores y transformación a escala ordinal de indicadores simples, 2010

<i>Dimensión</i>	<i>Indicadores simples</i>	<i>x</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Valor estandarizado</i>	<i>Valor ordinal</i>
	% viviendas con luz	97.0	0	100	97.0	MB
	% viviendas con agua	86.9	0	100	86.9	MB
	% viviendas con piso diferente de tierra	93.5	0	100	93.5	MB
	% viviendas con drenaje	91.9	0	100	91.9	MB
Hábitat	% viviendas con computadora	32.3	0	100	32.3	M
	% viviendas con teléfono fijo	40.4	0	100	40.4	R
	% viviendas con celular	64.9	0	100	64.9	B
	% viviendas con internet	22.5	0	100	22.5	M
	Promedio de ocupantes en viviendas	4.2	3.9	4.9	70.0	B
	Días de la semana de recolección de basura	2.0	0	7	28.6	M
	% población derechohabiente	64.9	0	100	64.9	R
Social	% población no analfabeta de 15 años y más	96.8	0	100	96.8	MB
	% población pos-básica de 15 años y más	26.7	0	100	26.7	M
	Frecuencia por semana del recorrido de patrullas	5.0	0	7	71.4	B
	% Población Económicamente Activa	39.9	0	100	39.9	M
Económica	% Población Económicamente Activa ocupada	95.3	0	100	95.3	MB
	Percepción sobre vivienda	27.3	0	100	27.3	M
	Percepción del medio ambiente	60.7	0	100	60.7	B
	Percepción sobre centros de salud	54.6	0	100	54.6	R
	Percepción sobre educación básica	71.3	0	100	71.3	B
Subjetiva	Percepción de la recolección de basura	49.5	0	100	49.5	R
	Percepción de vigilancia policial	40.2	0	100	40.2	R
	Percepción sobre trabajo actual	27.3	0	100	27.3	M
	Percepción sobre transporte público	38.8	0	100	38.8	M
	Percepción sobre lugares de esparcimiento	26.4	0	100	26.4	M
	Percepción sobre áreas verdes	25.6	0	100	25.6	M

Fuente: elaboración propia a partir de cifras del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI); Encuesta en ciudades mexicanas sobre calidad de vida, competitividad y violencia social 2005-2006, ENCOVIS (Secretaría de Desarrollo Social y El Colegio de la Frontera Norte); y Encuestas nacionales sobre inseguridad 2008, 2009 y 2010 (Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C.).

A partir de estos resultados es posible obtener los indicadores de calidad de vida urbana por dimensión asignando peso relativo a cada indicador, considerando que las ponderaciones (p) en suma por cada una de las dimensiones debe arrojar como resultado uno. En este paso, la asignación de p sigue criterios sugeridos por la literatura revisada de autores y trabajos realizados, entre ellos se pueden mencionar aspectos como las TIC's (Tecnologías de la Información y Comunicación) y de seguridad; así como la identificación de elementos importantes para la población derivados de las encuestas revisadas para el caso de la dimensión subjetiva. En esta etapa se multiplican los valores estandarizados (denominados por z) por su ponderación y suman por dimensión (cuadro 30).

Cuadro 30. Indicador de Calidad de Vida Urbana por Dimensión, 2010

Dimensión	Indicador	Ponderación (p)	z	z*p	Valor cualitativo
Hábitat	% viviendas con luz	0.10	97.0	9.70	
	% viviendas con agua	0.50	86.9	43.43	
	% viviendas con piso diferente de tierra	0.07	93.5	6.55	
	% viviendas con drenaje	0.10	91.9	9.19	
	% viviendas con computadora	0.02	32.3	0.65	
	% viviendas con teléfono fijo	0.02	40.4	0.81	
	% viviendas con celular	0.02	64.9	1.30	
	% viviendas con internet	0.02	22.5	0.45	
	Promedio de ocupantes en viviendas	0.08	70.00	5.60	
	Días de la semana de recolección de basura	0.07	28.6	2.00	
		1.00		79.67	B
Social	% población derechohabiente	0.20	64.9	12.98	
	% población no analfabeta de 15 años y más	0.20	96.8	19.36	
	% población pos-básica de 15 años y más	0.20	26.7	5.35	
	Frecuencia por semana del recorrido de patrullas	0.40	71.4	28.56	
		1.00		66.24	B
Económica	Población Económicamente Activa	0.25	39.9	9.98	
	Población Económicamente Activa ocupada	0.75	95.3	71.48	
		1.00		81.45	MB
Subjetiva	Percepción sobre vivienda	0.09	27.3	2.46	
	Percepción del medio ambiente	0.12	60.7	7.28	
	Percepción sobre centros de salud	0.10	54.6	5.46	
	Percepción sobre educación básica	0.10	71.3	7.13	
	Percepción de la recolección de basura	0.09	49.5	4.46	
	Percepción de vigilancia policial	0.15	40.2	6.03	
	Percepción sobre trabajo	0.10	27.3	2.73	
	Percepción sobre transporte público	0.09	38.8	3.49	
	Percepción sobre lugares de esparcimiento	0.06	26.4	1.58	
	Percepción sobre áreas verdes	0.10	25.6	2.56	
		1.00		43.18	R

Fuente: elaboración propia a partir de cifras del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI); Encuesta en ciudades mexicanas sobre calidad de vida, competitividad y violencia social 2005-2006, ENCOVIS (Secretaría de Desarrollo Social y El Colegio de la Frontera Norte); y Encuestas nacionales sobre inseguridad 2008, 2009 y 2010 (Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C.).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se clasifica de acuerdo con los valores cualitativos categorizados en la escala ordinal para cada dimensión.

En la dimensión hábitat el resultado de 79.67 equivale a “bueno”, sin embargo, es importante destacar que algunos rubros están calificados como “muy buenos” (luz, drenaje, agua y piso diferente de tierra), situación que fue contrarrestada por importantes factores evaluados como “malos” (internet, recolección de basura, computadoras).

En lo social, la suma fue de 66.24, lo cual indica una situación “buena”, dentro de esta dimensión sobresalen dos indicadores simples, por un lado, la población no analfabeta manifiesta una situación “muy buena”, y por otro la población con estudios pos-básicos es catalogada como “mala”.

Para el ámbito económico, el valor fue de 81.45, es decir “muy bueno”, para ello debemos aclarar que solo se consideran dos aspectos (la PEA y PEA ocupada) que reflejan por separado categorías extremas, “muy bueno y “malo” respectivamente;

para ello, es necesario hacer la aclaración de que existe escasa información disponible desglosada a escala municipal y regional para estos fines, por lo tanto su interpretación queda muy limitada y susceptible a cuestionamientos, que si bien, en el indicador considera el factor empleo de donde se pueden asociar algunos otros como es el ingreso y el consumo de bienes básicos de la población, además puede ser compensada esta valoración en la dimensión subjetiva.

Finalmente, en la dimensión subjetiva presenta un resultado de 43.1 que equivale a una evaluación “regular”, es decir, la percepción que tiene la población de su calidad de vida en la Zona Metropolitana de Toluca, situación que refleja varios aspectos importantes calificados como “malos”, es decir, es medible, entre los que destacan: vivienda, vigilancia policial, trabajo, transporte público, esparcimiento y áreas verdes que influyeron de manera negativa en esta dimensión; en contraparte, el único evaluado como “bueno” es la educación básica.

5.2.5 Integración del índice de calidad de vida urbana

En el cálculo del indicador integrado se requiere también la ponderación en cada dimensión, la cual fue determinada de acuerdo con los criterios previamente señalados, para el caso de la subjetivo se sugiere dar un peso más importante (0.50), debido principalmente a que refleja el sentimiento de la gente con respecto a su entorno particular y su relación con otros factores, condición que puede aproximarse a una mejor medida de su realidad.

La dimensión hábitat le sigue en importancia (0.20) debido a que incluye factores que inciden de manera directa en su condición de ser humano. Las restantes dimensiones tienen el mismo peso en menor medida debido a que los rubros se refieren a aspectos en el entorno externo. En esta etapa se multiplica la ponderación de cada dimensión por el valor del indicador para obtener el indicador integrado. Los valores que resultaron se muestran en el cuadro 31.

Cuadro 31. Indicador integrado de calidad urbana, 2010

<i>Dimensión</i>	<i>ponderación (p)</i>	<i>Indicador(ID)</i>	<i>P*ID</i>	<i>Valor Ordinal</i>
Hábitat	0.20	79.67	15.93	
Social	0.15	66.24	9.94	
Económica	0.15	81.45	12.22	
Subjetiva	0.50	43.18	21.59	
			59.68	R

Fuente: elaboración propia a partir de cifras del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI); Encuesta en ciudades mexicanas sobre calidad de vida, competitividad y violencia social 2005-2006, ENCOVIS (Secretaría de Desarrollo Social y El Colegio de la Frontera Norte); y Encuestas nacionales sobre inseguridad 2008, 2009 y 2010 (Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C.).

El valor obtenido fue de 59.68, es decir la *Zona Metropolitana de Toluca presenta una condición de “regular”*. Considerando que, por dimensión, las tres primeras fueron categorizadas de “buena” a “muy buena”, el peso de la subjetiva “regular”, influye de manera importante para el indicador integrado al tener mayor ponderación.

Como se pudo observar, el método ponderado múltiple permitió integrar la índice calidad de vida urbana de manera análoga que el expuesto para la medir la sustentabilidad urbana de sustentabilidad de manera apropiada.

Recordando que el Índice de Sustentabilidad Urbana se consideran tres dimensiones: social, ambiental y económica; en tanto que en el de Calidad de Vida Urbana: hábitat, social, económica y subjetiva, es posible resumir los siguientes resultados:

En las dimensiones tanto social como hábitat para ambos estudios, resaltan indicadores por salir con valores muy bajos aspectos relacionados con el acceso a la tecnología, viviendas con acceso a internet, con computadoras y telefonía; por otro lado, también es de preocupación los indicadores relacionados con la educación, es este caso, la inversión y la escolaridad pos-básica; en el caso de la salud, si bien los valores no son del todo alarmantes, la población derechohabiente también muestra resultados no muy favorables para la zona en cuestión.

En la dimensión económica, los resultados para ambos estudios son contrastantes, en la calidad de vida urbana sale muy bien evaluado (explicado porque solo incorpora dos indicadores) en tanto que el índice de sustentabilidad arroja un resultado regular (dado que se incorporan más indicadores) sobresalen por bajos valores la inversión pública per cápita y el PIB per cápita.

La dimensión ambiental que solo aparece como tal en el índice de sustentabilidad urbana presenta focos rojos en la superficie reforestada, inversión en medio ambiente, agua y obra pública; para el caso de la calidad vida urbana estos elementos se consideran en la dimensión subjetiva (la percepción de la población

sobre el medio ambiente), en este caso sobre las áreas verdes es bajo, situación que también muestra una condición de preocupación.

Finalmente, la dimensión subjetiva que solo aparece en el estudio de calidad de vida urbana, la percepción que tiene la población es mala en aspectos de esparcimiento, vivienda, transporte público y en las áreas verdes como ya se mencionó anteriormente.

Los valores integrados para cada caso resultan regulares, cabe señalar que en los estudios de la calidad de vida urbana la dimensión subjetiva tiene una ponderación mayor que las demás dado que resulta de las percepciones directas de la población sobre su entorno.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La modelización de indicadores de sustentabilidad urbana y su debate tanto teórico como operativo requiere de la inclusión de diferentes actores sociales y científicos debido al carácter multidimensional que implica en la formulación políticas para la planeación de las ciudades. Sin embargo, los intereses económicos y políticos inciden en las decisiones de los responsables de conducir las estrategias de desarrollo y estructuras de la ciudad.

Una de puntos importantes de la investigación lleva a reflexionar sobre los procesos urbanísticos que se han generado a lo largo de la historia de las ciudades. Esto se centra en los factores que han ejercido en mayor medida presión sobre el medio ambiente, entre ellos se puede señalar el crecimiento de las actividades económicas sin control, asimismo la expansión de viviendas y edificaciones sin planeación o regulación por parte de las estancias institucionales.

Ello ha generado que la evolución de las ciudades ha sobrepasado los límites del equilibrio con el medio ambiente, siendo evidente la escasa o nula intervención pública que implemente estrategias que favorezcan el entorno de las zonas urbanas en vías de la anhelada sustentabilidad.

Así mismo, es evidente que los procesos urbanísticos que se dan de manera natural, o, mejor dicho, en su forma tradicional, pone de manifiesto la complejidad de los ecosistemas urbanos, en este último interactúan factores socioeconómicos y territoriales que tienen efectos negativos al entorno, tendencia que al parecer no ha cambiado en la mayoría de las regiones.

Ante esta situación tendría que atender la problemática implementando medidas que mitiguen tal situación, si bien existen instituciones no solo dentro del ámbito local, regional, nacional o internacional que tienen como objetivo, el de crear condiciones que favorezcan los elementos enfocados a la sustentabilidad en términos de mejores condiciones de calidad de vida, parece que se han dejado en el discurso las buenas intenciones sin que en la práctica se palpen de manera objetiva.

La generación de indicadores de sustentabilidad urbana desde el ámbito local es todavía escasa y aislada, lo cual deriva que se adopten estrategias heterogéneas en regiones vecinas, considerando que comparten problemas similares, tal es el caso de las zonas metropolitanas, que en la formulación de los planes de desarrollo por cada municipio se establecen sin integrar ni compartir estrategias que conduzcan a mejorar la zona de manera conjunta.

Respecto a la definición de sustentabilidad urbana, se han contrastado diversos tratados, enfoques o teorizaciones que no han dejado atrás el mero debate, es decir, se ha excedido su mera propuesta conceptual, no con ello se quiera decir que no es importante; sin embargo, en el accionar práctico se ha quedado a deber. Lo anterior se corrobora, si se toma en cuenta que ya han transcurrido casi tres décadas desde que se adoptó la definición más generalizada del término sustentabilidad de acuerdo con el Informe Brundtland.

Aun cuando esta definición parece ambigua, diversos autores convergen en la idea del equilibrio de tres pilares: ambientales, económicos y sociales; los cuales a su vez tienen que ver con el uso adecuado de los recursos para producir bienes y servicios para la sociedad, de tal forma que permitan la conservación del sistema para generaciones futuras, es decir la eficiencia de un modelo de desarrollo que favorece la equidad, generación y distribución entre las generaciones.

Diversos expertos en materia de sustentabilidad siguen cuestionando el actual modelo económico capitalista en su proceso de satisfacer la demanda de bienes y servicios pueda promover el desarrollo mediante la incorporación de estrategias de eficiencia de los recursos; sin embargo, las propuestas de estos expertos implican la generación de importantes bases de datos y su seguimiento para elaborar indicadores de manera desagregada y periódica, esta acción requiere la asignación de presupuestos públicos, que en el caso de los países subdesarrollados no son más limitados que en los del primer mundo, y lo que puede resultar más crítico, no se tiene conciencia de su utilidad y el beneficio que tendrían como resultado a un cierto plazo de tiempo.

El enfoque predominante del estudio de la sustentabilidad es el económico, el cual justifica el uso eficiente de los recursos utilizados en los modos de producción, dado que es en sí, en el sistema productivo donde surgen los desequilibrios; además, dentro de la sustentabilidad también van implícitos los aspectos del bienestar que están asociados con la dotación de recursos dentro de la sociedad para mejorar la calidad de vida.

Es importante recalcar que, en los países desarrollados, generalmente la dimensión que toma mayor relevancia es la ambiental con respecto a la económica y social, esto se puede explicar debido a que podemos deducir que en los aspectos de generación y distribución de la riqueza y servicios básicos reflejan una mayor equidad; en los países subdesarrollados se abocan más al mejoramiento y fortalecimiento de aspectos económicos que imperan sobre los factores ambientales (Bell y Morse, 2008).

Si bien, la idea del término sustentabilidad ha ido creciendo con la caracterización o la enumeración de principios que se deben cumplir para lograrla, es importante señalar que todo parece coincidir en sus dimensiones que ésta representa, un concepto integrador: social, ambiental y económica. Para algunos autores, con los cuales compartimos la idea simplificada de sustentabilidad, ésta tendría que venir acompañada de criterios que tienen que ver con la eficiencia económica, calidad ambiental y equidad intergeneracional e intrageneracional.

No está demás mencionar que la definición del término sustentabilidad y su uso, tendrá un contexto de acuerdo con la problemática y objetivos que se persigan dentro de un trabajo de investigación o su caso en las decisiones de política pública que busquen implementarse.

Otro punto importante, de la sustentabilidad, por no decir vital, tiene que ver con su medición, para emprender su cuantificación (o cualificación) se sugiere la elaboración de indicadores guiada por un concepto adecuado al caso de estudio, considerando su carácter integrador de componentes objetivos y subjetivos. Aterrizado al ámbito urbano, es necesario identificar elementos relevantes que derivan del proceso urbano y sus externalidades; diversos estudios sugieren que la medición de la sustentabilidad simplemente lleva a una aproximación de la sustentabilidad relativa.

En ese sentido, la sustentabilidad urbana se puede definir partiendo del concepto del desarrollo sustentable, es decir, un estado de equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental en el espacio de la ciudad. Trasladando en ese sentido a una ciudad sustentable, es posible afirmar que es un núcleo urbano en el que la utilización de los recursos naturales se produce de manera congruente con el objetivo de poder transmitir a las generaciones futuras similares o mejores disponibilidades de estos o de otros similares necesarios para funciones específicas. Así mismo, la sustentabilidad urbana es aquella que ofrece recursos ambientales sociales y económicos básicos a todos los integrantes de su comunidad sin poner en riesgo la viabilidad de los sistemas naturales construidos y sociales de los que depende la oferta de esos servicios.

Por otra parte, la problemática que viven las zonas urbanas como lo es la Zona Metropolitana de Toluca están asociadas a factores como son: la explosión demográfica, expansión de la vivienda y centros de producción y distribución sin una adecuada planeación, disminución de áreas verdes, falta de servicios básicos, entre otros. Es por esto que para abordar el concepto sustentabilidad, conviene precisar que se recomienda en primer lugar hablar de “insustentabilidad”, manifestada por los factores no deseables antes mencionados.

Sin embargo, el problema de la implementación de la sustentabilidad en el campo de la investigación a un lugar en específico no radica en la conceptualización, sino más bien, en su operacionalización y su medición, dado que no se puede hablar de sustentabilidad sin tener parámetros que nos permitan determinar si una ciudad es sustentable o no.

Para medir o evaluar la sustentabilidad urbana es necesaria la construcción de índices, los cuales a su vez se integren por indicadores simples que debencumplir ciertos principios, criterios y atributos que puedan contribuir a establecer parámetros que permitan interpretar un fenómeno y su evolución. La utilidad de los índices es que al considerar interpretaciones multidimensionales de manera integral sintetizan una gran cantidad de información que puede ser empleada por los encargados de conducir las políticas urbanas y de los agentes tomadores de decisiones en general.

Si bien, los sistemas de indicadores en el ámbito internacional en sus inicios algunas experiencias no iban enfocadas a la medición de la sustentabilidad, sino a una representación de impactos ambientales; tal es el caso de los modelos de la OCDE y la Unión Europea; los casos de Seattle y Yale/Columbia, evolucionaron con un enfoque más social; y en lo que respecta a los indicadores de Naciones Unidas y de Calidad de Vida Urbana, incorporan elementos más característicos desde la perspectiva económica.

Es conveniente aclarar que estas experiencias de indicadores internacionales no pueden ser comparables en el sentido estricto, debido a que los fines que se persiguen son de diferente orden, además su objetivo no tiene que ver con la medición directa de la sustentabilidad, sino una aproximación a la cuantificación de ciertos fenómenos y sus componentes; sin embargo, su utilidad es que muestran una guía al momento de integrar las dimensiones con sus diferentes indicadores urbanos.

Las metodologías para la elaboración de indicadores sintéticos o índices son muy variadas en su complejidad; desde aquellas que son de multicriterio (análisis multivariante, por ejemplo, conjuntos difusos, biograma, entre otros descritos en apartados anteriores, hasta otros de menor modelización como el del Índice Integrado a través de la ponderación múltiple. Tratar de afirmar que un método es mejor que otro, resulta casi imposible debido a que cada investigación aplicada al análisis de una unidad territorial tiene sus propias particularidades.

El uso o sugerencia de métodos y su complejidad generalmente está asociada con la calidad y disponibilidad de la información (rigurosidad de datos), dado que tienen que cumplir ciertos niveles de confianza estadística significativa y una seriación de datos de forma periódica, si bien existen técnicas que permiten

normalizar la información, se debe tener cuidado al momento de cumplir con ciertas hipótesis dentro de los modelos, de lo contrario esto le resta confiabilidad al estudio. No obstante, si se consideran los criterios y principios de sustentabilidad al momento de integrarlos en sus dimensiones, y además si se realiza una buena selección de indicadores, los modelos menos complejos (no menos importantes) pueden arrojar resultados confiables.

Con estas consideraciones se puede afirmar que el modelo de un indicador integrado a través del método de promedios ponderados múltiple fue viable para evaluar la sustentabilidad urbana y ambiental en la Zona Metropolitana de Toluca fue viable.

Los indicadores considerados en el estudio resultaron ser adecuados para las dimensiones especificadas, resaltando que, debido al carácter y presentación de la información, se hicieron ajustes para poder incorporarse y aplicar de manera pertinente en la integración del índice de sustentabilidad urbana.

Algunos problemas al que se enfrentan este tipo de investigaciones tienen que ver con el carácter temporal de los datos y las metodologías empleadas por las instituciones oficiales encargadas de generar estadísticas entre un periodo y otro. Por otra parte, respecto a la aplicación de los indicadores se debe tener cuidado con los enfoques reduccionistas que pueden llevar a conclusiones muy simples de lo que en realidad se quiere medir y evaluar.

Para el caso de la zona metropolitana de Toluca, los indicadores seleccionados fueron limitados debido a la escasez de cierta información, situación generalizada para otras regiones al momento de revisar diversos estudios y literatura en nuestro país, por ello se decidió utilizar el método de promedios ponderados múltiples, dejando a un lado otras técnicas más complejas que requieren un extenso número de indicadores.

El método aquí expuesto se puede aplicar a otra zona metropolitana, haciendo hincapié que toda región o ámbito territorial tiene sus propias particularidades y dinámica de actividades, por lo cual es importante determinar al momento de seleccionar los indicadores cuales pueden incidir en mayor o menor medida en las dimensiones para medir y evaluar la sustentabilidad y la calidad de vida.

Cabe resaltar que ningún método tiene como fin en ser la panacea de medición y evaluación de la sustentabilidad, dado que cada estudio está determinado puede divergir en sus objetivos que se plantean perseguir.

El objetivo general y los objetivos específicos establecidos se cumplieron para poder poner a prueba la hipótesis planteada, dado que permitieron realizar un análisis teórico para proponer un modelo metodológico de un sistema de indicadores que permita la integración de indicadores simples en las dimensiones económicas, sociales y ambientales para medir y evaluar el grado de la sustentabilidad urbana y ambiental en la Zona Metropolitana de Toluca

Además, desarrollo de esta investigación trató del estudio de indicadores ambientales y urbanos del orden cuantitativo y cualitativo: cuantitativo porque es secuencial y probatorio, el cualitativo se da en forma de espiral y circular y las etapas interactúan entre sí, dado que no tienen una secuencia rigurosa; en ese sentido, los fenómenos urbanos requieren de una investigación mixta (ambos tipos), para explicar el comportamiento de diversas variables desde una perspectiva dimensional, es decir, indicadores que pueden agruparse para un tema en específico.

CONCLUSIONES

La pertinencia del estudio de la sustentabilidad urbana en la actualidad es de suma importancia, considerando que las llamadas zonas metropolitanas siguen presentando una tendencia de crecimiento, tal es el caso mexicano, en particular la de Toluca, que al ser un punto estratégico para las actividades económicas se ve sujeta a una serie de presiones en la disponibilidad de recursos naturales.

Partiendo de la distinción entre crecimiento y desarrollo, se puede afirmar que el primer término se refiere a un aspecto meramente cuantitativo en particular a una expansión generada de las actividades económicas; en tanto que el desarrollo se refiere a una dimensión de carácter cualitativo que relaciona factores sociales y económicos. Ahora bien, de acuerdo con el Informe Brundtland, se establece la definición del desarrollo sustentable que refiere las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias, concepto que fue gradualmente ampliado, caracterizado y precisado por diversos autores e instituciones en el seno de los tres pilares: social, económico y ambiental.

De acuerdo con al planteamiento teórico se pudo establecer una metodología que nos permite evaluar el grado de sustentabilidad para la zona metropolitana en cuestión, superando algunas limitaciones, sin embargo, se pudo dar respuesta a la pregunta de investigación planteada:

¿Qué modelo o sistema de indicadores permite relacionar las dimensiones económica, social y ambiental a través de indicadores simples para medir y evaluar la sustentabilidad urbana y ambiental en la zona metropolitana de Toluca?

El desarrollo de la investigación permitió responder al cuestionamiento planteado, y fue precisamente el indicador integrado a través del método de promedios ponderados múltiples descrito en el apartado del cuarto capítulo nos permitió simular datos para nuestra zona metropolitana considerando los indicadores simples en las dimensiones referidas.

De igual forma, fue posible someter a prueba en la hipótesis establecida al inicio de la investigación, es decir, el método confirma que dicho indicador integrado permite definir una serie de indicadores simples en las dimensiones social, económica y ambiental, dado que fue posible evaluar el grado de sustentabilidad, que en nuestro caso fue regular. Que, dentro de la escala considerada, puede interpretarse como una región que tiene debilidad en varios de los indicadores, sin embargo, el uso de los indicadores al momento de incorporarse en las decisiones como una herramienta útil permiten en cierto plazo del tiempo corregirlos.

El objetivo general y los objetivos específicos establecidos se cumplieron para

poder poner a prueba la hipótesis planteada, dado que permitieron realizar un análisis teórico para proponer un modelo metodológico de un sistema de indicadores que permita la integración de indicadores simples en las dimensiones económicas, sociales y ambientales para medir y evaluar el grado de la sustentabilidad urbana y ambiental en la Zona Metropolitana de Toluca

Además, desarrollo de esta investigación trató del estudio de indicadores ambientales y urbanos del orden cuantitativo y cualitativo: cuantitativo porque es secuencial y probatorio, el cualitativo se da en forma de espiral y circular y las etapas interactúan entre sí, dado que no tienen una secuencia rigurosa; en ese sentido, los fenómenos urbanos requieren de una investigación mixta (ambos tipos), para explicar el comportamiento de diversas variables desde una perspectiva dimensional, es decir, indicadores que pueden agruparse para un tema en específico.

Si bien, en los últimos años ha surgido un auge en el estudio de indicadores ambientales y urbanos, los casos empíricos aplicados en áreas metropolitanas son todavía escasos, aunado a esto, las escalas de indicadores a menudo no permiten identificar con mayor precisión los procesos al interior de las zonas metropolitanas.

La investigación se basó en la propuesta de un sistema de indicadores a (Indicador Agregado) para evaluar y analizar la sustentabilidad de Zona Metropolitana de Toluca en su conjunto de municipios, a su vez estos indicadores cumplieron las funciones de simplificación, cuantificación, análisis y comunicación principalmente; además, para la construcción de este indicador integrado, fue necesaria la selección de indicadores que reflejaran la mayor aproximación posible en su conjunto la realidad de la zona metropolitana en cuestión; por lo tanto se puede afirmar que el modelo resultó adecuado para medir y evaluar la sustentabilidad urbana.

El modelo propuesto fue adecuado porque permitió constatar la hipótesis sobre la selección e integración de los indicadores para evaluar la sustentabilidad a través de sus tres dimensiones, debido a que el trabajo metodológico aplicado contribuyó a la construcción de un modelo conceptual y operativo de indicadores de sustentabilidad urbana para establecer parámetros de evaluación en un periodo de tiempo determinado.

De igual forma, la integración de los indicadores en sus múltiples dimensiones cumplió con las expectativas y permitió validar la hipótesis planteada sobre la aproximación de una realidad en la Zona Metropolitana de Toluca a través de indicadores factibles.

En ese sentido, el modelo aplicado a la zona de estudio cumplió con las expectativas de los resultados arrojados por el estudio empírico, reflejando una

aproximación de la sustentabilidad urbana en la Zona Metropolitana de Toluca, la cual fue calificada como “regular”, situación que lleva a reflexionar sobre las políticas públicas aplicadas por los diferentes niveles de gobierno. De ahí que el objetivo de la presente investigación consistió en exponer y aplicar uno de los métodos para la medición de la sustentabilidad urbana, que dentro de sus posibilidades pueda hacer énfasis sobre las temáticas o factores que han quedado pendientes desde la toma de decisiones de carácter público; y que ante la falta de información, los indicadores pueden ser instrumentos utilizados en la evaluación y diseño de políticas estratégicas que proporcionen las mejores condiciones de vida de la población.

El objetivo de elaborar y proponer un indicador integrado converge con las sugerencias establecidas en la Agenda 2030, donde se manifestó la importancia de generar sistemas de indicadores confiables y pertinentes para la toma de decisiones con la intención de evaluar los niveles de sustentabilidad.

Las aportaciones del presente trabajo de investigación consistieron en los siguientes aspectos. En primer lugar, una actualización de los enfoques teóricos y empíricos tanto de conceptos como de evaluación de sustentabilidad urbana en el ámbito internacional partiendo de las tres dimensiones esenciales: social, ambiental y económica.

En segundo lugar, como consecuencia del punto anterior se estableció un esquema metodológico para la construcción de un indicador urbano considerando las tres dimensiones, siendo este, el instrumento de medición y evaluación de la sustentabilidad.

A la par de este segundo punto, se aplicó el método de agregación para evaluar la calidad de vida en la zona metropolitana de estudio. Ello con la finalidad de contar con una referencia de las condiciones que persisten y algunas variables que son latentes en ambos casos empíricos (Sustentabilidad Urbana y Calidad de Vida Urbana), dado que es indispensable relacionar la calidad de vida y la sustentabilidad, este ejercicio permitió corroborar que la agregación tiene múltiples aplicaciones y sobre todo en el contexto de la evaluación de un territorio.

El tercer aporte tiene que ver con la propuesta del indicador integrado, el cual puede ser replicado en otros estudios, no solo en el ámbito nacional sino también internacional, esto desde luego, no sin antes de contextualizarse la región o unidad de análisis y sus variables, lo cual lleva a deducir también, que es perfectible en el sentido que pueden incorporarse otros indicadores representativos de acuerdo a los objetivos que se persigan. Siguiendo esta línea, también se pueden emprender análisis de carácter comparativo entre diversas regiones o zonas metropolitanas.

Una cuarta aportación tiene que ver con la implementación de un instrumento de evaluación de la sustentabilidad dentro de los planes de desarrollo, no sólo desde

lo municipal, sino también con una visión de políticas integrales en las zonas metropolitanas para promover una mejor calidad de vida rebasando la visión reduccionista, desde el punto de vista económico, a través de los aspectos sociales y ambientales.

Por otro lado, las fortalezas o bondades del estudio tienen que ver con la modelización; en primer lugar, ante una escasez de estadísticas, la óptima selección de indicadores representativos puede llevar resultados que reflejen a una realidad sobre los fenómenos urbanos de manera sintética; de ahí que este tipo de modelos de manera práctica favorece la observación de la evolución o estado de sustentabilidad de un lugar, sin embargo, no se debe omitir o descartar la posibilidad que se presenten eventualidades como la reciente pandemia del COVID-19 o algún desastre natural que impacten bruscamente a la sociedad y en consecuencia los indicadores.

La homogeneidad y uniformidad en la construcción de sistemas de indicadores de sustentabilidad contribuye a que pueda haber una integración vertical, es decir, entre sistemas de escala superior (estatales, nacionales, continentales) e inferior (municipales, barrios) y una integración horizontal, esto es, entre sistemas sectoriales, comercio, agrícola, industrial, etcétera.

El uso o sugerencia de métodos y su complejidad generalmente está asociada con la calidad y disponibilidad de la información (rigurosidad de datos), dado que tienen que cumplir ciertos niveles de confianza estadística significativa y una seriación de datos de forma periódica, si bien existen técnicas que pueden ayudar a normalizar la información, se debe tener cuidado al momento de cumplir con ciertas hipótesis dentro de los modelos, de lo contrario esto le resta confiabilidad al estudio. No obstante, si se consideran los criterios y principios de sustentabilidad al momento de integrarlos en sus dimensiones, aunado a una buena selección de indicadores, los modelos menos complejos (no menos importantes) pueden arrojar resultados confiables.

En contraparte, no se debe olvidar que también todo modelo tiene sus limitantes o debilidades; en el caso expuesto, un factor fue la temporalidad de la información de algunos indicadores simples debido a que varían de acuerdo a la fecha en que se realizaron, situación que puede exponernos la caducidad o rezago de estudio con respecto a un momento actual, esta situación de alguna manera fue superada eliminando datos de algunas instituciones que todavía no gozan de un reconocimiento en el argot de investigación de la sustentabilidad, por ello se optó por fuentes oficiales.

Otra de las limitaciones que se presentan al momento de la selección y elaboración tiene que ver también con la información, es que existen problemas con la disponibilidad a escala municipal, periodicidad de su publicación y algunos cambios de técnicas o metodologías en su recopilación que pueden conducir a conclusiones

superficiales o parciales.

Por otro lado, una limitante respecto al modelo es la integración de indicadores y aplicabilidad espacial, dado que se puede conocer la evaluación de la sustentabilidad de la zona metropolitana, sin embargo, no permite conocer lo que ocurre al interior de cada municipio, o en su caso o comparar la sustentabilidad entre los municipios componentes.

Las recomendaciones que se derivan de la presente investigación es concientizar a las instancias tanto públicas como privadas de generar información estadística de manera esquemática que pueda ser representativa para la elaboración de indicadores de sustentabilidad urbana. Esta tarea que no es nada fácil si consideramos que generalmente las organizaciones no están habituadas a recopilar información para uso de indicadores físicos, y aunado a esto, se tiene poca experiencia en este tipo de datos (considerando que tienen que participar grupos multidisciplinarios expertos), sobre todo que son importantes porque reflejan la interacción entre los ecosistemas urbanos y ambientales.

La propuesta desarrollada está sujeta de perfectibilidad (agregar mayor número de indicadores e incorporar criterios adicionales), esto considerando que una tarea pendiente o abierta para investigaciones posteriores es la de aplicarla en otras zonas, desde luego, considerando las características propias y su contexto para evaluar la sustentabilidad.

Para finalizar, es importante considerar para la elaboración de indicadores, la participación de diversos expertos y grupos multidisciplinarios es de suma importancia, así como tomar en cuenta la visión de los agentes privados y públicos complementados por la participación de la sociedad en general.

Para el desarrollo de nuevas investigaciones se sugiere la incorporación de expertos en diferentes disciplinas debido al carácter multidimensional de la sustentabilidad, así mismo, considerar una robusta base de datos que nos pudiera llevar a la implementación de métodos y técnicas que exigen mayor rigor para explicar el fenómeno de la sustentabilidad al ámbito urbano.

BIBLIOGRAFIA

- Abaleron, C. A., (1998). *Calidad de vida como categoría epistemológica*. En: Área, Revista de reflexión en Arquitectura, diseño y urbanismo, Nº 6, agosto 1998 [1999]. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Achkar, M. (2005) *Indicadores de sustentabilidad*. Facultad de ciencias. Universidad de la República, Montevideo. Departamento de Estudios.
- Aguilera, K. (1995). *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional*. Textos de S. V. Ciriacy-Wantrup y W. Kapp. Fundación Argentaria, Madrid
- Alberti, M y L. Susskind (1996). *Managing urban sustainability: An introduction to the special issue*. Environmental Impact assessment Review.
- Alguacil, J. (2000). *Calidad de vida y praxis urbana: nuevas iniciativas de gestión ciudadana en la periferia social de Madrid*. Centro de Investigaciones Sociológicas, Colección monografías179. Madrid, España.
- Anderson, T.W. (1984): *An introduction to multivariate statistical analysis*. Wiley and Sons Ltd. New York.
- Antequera, J. (2003) *¿Medir la sostenibilidad? Una aproximación al tema de los indicadores de sostenibilidad*. Barcelona, Mc Graw-Hill.
- Arendt, H. (1993). *La condición humana*. Editorial Paidós, Barcelona.
- Arostegui, I. (1998). *Evaluación de la calidad de vida en personas adultas con retraso mental en la comunidad autónoma del País Vasco*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Arrow, J.K. (1951): *Social choice and individual values*. Wiley and Sons Ltd. New York.
- Azqueta, Diego (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill, Madrid.
- BARBA-ROMERO, S. y POMEROL J.C., 1997. *Decisiones multicriterio: Fundamentos teóricos y utilización práctica*. Colección de Economía. Universidad de Alcalá. Madrid.
- Bárdossy, A. y L. Duckstein (1995): *Fuzzy rule-based modeling with applications to geophysical biological and engineering systems*.CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Barkin, David. (1998) *Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable*. México: Editorial Jus y Centro de Ecología y Desarrollo.
- Bell, S. y S. Morse (2008). *Sustainability Indicators: Measuring the immeasurable?* Earthscan Publications, UK
- Bellman, R y L. Zadeh (1970): *Decision making in a fuzzy environment*. *Management Science*, 17: 141-64.
- Bocking, S. (1994). *Visions of nature and society: a history of the ecosystem concept*. *Alternatives*, 20 (3): 12-18.
- Bohringera, J. (2007). *Measuring the immeasurable –A survey of sustainability indices*. *Ecological Economics* 63 issue (1): p1 14-8 Jun 15.
- Boulding, K (1991). *Ecodynamics*. Sage. Beverly Hills

- Boyden, S (1996). The city: so human an ecosystem. En *Nature and Resources*, UNESCO, Parthenon Publishing. N.Y.
- Brundtland, Gro Harlem (1987). *Nuestro futuro común*, Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Oxford, Oxford University Press.
- Brunett Pérez, Luis (2004). *Contribución a la evaluación de la sustentabilidad. Estudio de caso de dos agrosistemas campesinos de maíz y leche del valle de Toluca*. Tesis doctoral en Ciencias Veterinarias. UNAM, México.
- Bustillos-García y Martínez-Dávila (2008). *Los enfoques del desarrollo sustentable*. Interciencia.
- Camagni, R. (2005). *Economía Urbana*, Antoni Bosch Editores, Barcelona, España.
- Carabias, J. y E. Provenci (1992). *El enfoque del desarrollo sustentable. Una nota introductoria*. En Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía, Vol. XXIII, Núm. 82, Octubre- diciembre, 1992, Pág. 15-26. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM
- Castillo, L. (2009). *Urbanización, problemas ambientales y calidad de vida*. Plaza y Valdés. México.
- Castro Bonaño, J.M (2004). *Indicadores de desarrollo sostenible urbano*. Instituto de Estadística de Andalucía. 2004.
- CELADE (2022). Tendencias de la Población de América Latina y El caribe, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Chenery, H. (1996). *Handbook of development Economics*. Vol. I. Elsevier Science. Publisher, Amsterdam.
- Comisión del Agua del Estado de México, (2018). *Programa Hídrico Integral del Estado de México 2017-2023*. Gobierno del Estado de México.
- Comisión Europea (2003). *Cooperación con las ciudades. La iniciativa comunitaria URBAN*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD), *Nuestro futuro común*, Madrid, Alianza Editorial, 1990.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (1992), *Agenda 21*. Río de Janeiro.
- Constanza, Robert (1991). *Ecological Economics: The science and management of sustainability*. University Press. Nueva York.
- Constanza, Robert. (1999). *Introducción a la Economía Ecológica*. AENOR, Madrid.
- Constanza, R. y B. Patten (1995). Defining and predicting sustainability. En *Ecological Economics*. International Institute for Ecological Economics, Georgia.
- Constanza, R. y H. Daly (1992). *Natural capital and sustainable development*. En *Conservation Biology*. Vol. 6, No. 1. (Mar., 1992), pp. 37- 46.
- Cyert, R.M. y M. de Groot (1987): *Bayesian Analysis and Uncertainty in Economic Theory*. Rowman and Littlefield. Totowa.

- Daly, G. (1987): *Population, sustainability and Earth's carrying capacity: a framework for estimating population sizes and lifestyles that could be sustained without undermining future generation*. *Bioscience*, 42 (10): 761-771.
- Demey, J.R. (1994). *Uso del método de Análisis de Componentes Principales para la caracterización de fincas agropecuarias*. En *Agronomía Tropical*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Vol. 44, número 4. Venezuela.
- DESA, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (2014). *La situación demográfica en el mundo 2014*. Naciones Unidas, Departamento de Demografía. Nueva York.
- Department of Economic and Social Affairs, UN. (2014). *Urbanization Prospect 2014*.
- Drewnowski, J. (1970). *Studies in the measurement of levels of living and welfare*. Report 70, UNRISD. Ginebra.
- Doyle, Y. (1997): *Healthy Cities Indicators: Analysis of data from cities across Europe*. World Health Organization Office for Europe. Copenhagen.
- Ebert, U. y H. Welsch (2004). *Meaningful environmental indices: a social choice approach*. *Journal of environmental economics and management*, 47 (2 pp.270-283)
- Enkerlin, E. (1997). *Ciencia Ambiental y desarrollo sostenible*. Thompson, México.
- Escobar, A. (1995). *In countering Development. The making an urmaking of the Third World*. Princeton University Press
- Escribano, G. (2010) *Teorías del desarrollo*, UNED, España.
- Esty, Daniel (2002). *Índice de sustentabilidad del medio ambiente 2002*. Centro Yale para Política y Derecho ambiental, Universidad de Yale.
- Falconí, F. (2002). "La (in)sustentabilidad de la economía ecuatoriana: Una visión a través de los indicadores de sustentabilidad débil". *Ecología Política* 18: 65-99. ICARIA Editorial. Barcelona.
- Fernández, A. (1992): *La medición de la pobreza a través de índices. Una síntesis de la literatura*. *Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales*, 23.
- Foladori, G. (2006). *La insostenibilidad social del desarrollo sostenible*. *Portularia*, vol. VI no. 2. Universidad de Huelva, España
- Foladori, G. (2007). *Paradojas de la sustentabilidad: ecología versus social*. *Trayectorias*, vol. IX Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Fondo de Población de las Naciones Unidas (2011). *Estado de la Población Mundial 2011*.
- Freeman, A. (1992): *the measurement of Environmental and Resource Values*. Resources for the Future. Washington, D.C.

- Freudenberg, M. (2003). *Composite indicator of country performance: a critical assessment*, OECD, Paris.
- Frey, H y P. Yaneske (2007). *Visions of sustainability. Cities and regions*. Taylor and Francis Group. Nueva York.
- Fricker, A. (1998). *Measuring up to sustainability*. *Futures*, 30 (4): 367-375
- Friedman, M. (1997). *Improving the quality of life: a holistic scientific strategy*. Westport
- Friend, A. y D. Rapport (1979). *Towards a Comprehensive Framework for Environmental Statistics: A Stress-Response Approach*. Statistics Canada, Ottawa.
- Gallopin, Gilberto (2006). *Los indicadores de desarrollo sostenible. Aspectos conceptuales y metodológicos*. FODEPAL, Santiago, Chile.
- Gaona, T. (2006). *Planeación Urbana y Regional. Un enfoque hacia la sustentabilidad*. México, Editorial Plaza y Valdéz.
- Georgescu-Roegen, N (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press. Cambridge. MA.
- Girardet, H. (1994). *Cities: new directions for sustainable urban living*. Gaia Books, London
- Girardet, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Editorial Tilde. España
- Glasson, J. (1995): *Introduction to Environmental Impact Assessment: principles and procedures, process, practice and prospects*. University College London, London.
- Gomes, G. (1979). *Desenvolvimento sustentável no Nordeste brasileiro*. Fortaleza.
- Gómez-Limón, J.A. y M. Arriaza (2011). *Evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía*. Analistas Económicos de Andalucía. Málaga, España.
- Goodland, R. y G. Ledec (1987). *Neoclastic economics and principles of sustainable development*. *Ecological Modelling*, 38: 19-46.
- Hair, J. (1999): *Análisis Multivariante*. Ed. Prentice Hall Iberia. Madrid.
- Hammond, A. (1995): *Environmental Indicators: A systematic Approach to measuring and reporting on environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. World Resources Institute. Washington, D.C.
- Hardi, P y T. Zdan (1997). *Assessing Sustainable Development: Principles in Practice. Report of the Conference on Sustainable Development Performance Measurement*. Bellagio, Italia, Nov. 1996. IISD, Winnipeg.
- Hwang S. (1998) *A general evolutionary methodology for sustainable development*. Tesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blackburg, VI, EEUU. 164 pp.
- Hernández Aja, A. (2009). *Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana*. Revista INVI. No. 69. Universidad de Chile.
- Harman, H. (1976): *Modern Factor Analysis*. University of Chicago Press.

Chicago.

- Holdren, J. (1995). The meaning of sustainability: biogeophysical aspects. En Munasinghe, M. *Defining and measuring sustainability*. The biogeophysical Foundations. World Bank. Washington.
- Hotelling, H. (1933): *Analysis of a complex of statistical variables into principal components*. En *Journal of Educational Psychology*, 24: 417-520. Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C. *Encuestas Nacionales sobre la Inseguridad, 2008, 2009, 2010*.
- IICA (1996). *Marco conceptual del desarrollo sostenible de la agricultura y medio rural*. Costa Rica
- INEGI-INE/SEMARNAP (2000). *Indicadores de Desarrollo Sustentable*. México
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*. México
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1996). *Marco conceptual del desarrollo sostenible de la agricultura y medio rural*. San José, Costa Rica.
- International Council for Local Environmental Initiatives, ICLEI (1994). *Towards Sustainable Cities and Towns, Report of the First European Conference on Sustainable Cities and Towns*, Aalborg, Denmark, 27 may, 1994.
- Jacobs M. (1995). *Economía verde, medio ambiente y desarrollo sostenible*. Tercer mundo Editores, Bogotá
- Jacobs, R. (2004). *Measuring performance: An examination of composite performance indicators*. CHE Technical Paper Series 29. Centre for Health Economics. University of York, United Kingdom.
- Jiménez Berrocal, M. (1998): *Estadística y Modelización Económica "Fuzzy"*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. Málaga.
- Jiménez Herrero, L.M (2002). La sostenibilidad como proceso de equilibrio dinámico y adaptación al cambio. *Información Económica Española*. ICE no. 800.
- Keynes, J. (1921): *A treatise on probability*. Reprinted in vol. 8 of *The Collected Writings of J. M. Keynes*. London. MacMillan, Ed. de 1971.
- Kendall, M. (1975): *Multivariate analysis*. Griffin. London.
- Klir, G. (1995). *Fuzzy sets and Fuzzy logic*. Theory and Applications. Prentice Hall. New Jersey
- Kosko, B. (1990): Fuzziness vs. probability. *Int. J. gen. Syst.*, 17:211-240
- Kosko, B. (1992): *Neuronal Networks and Fuzzy Systems*. Prentice Hall. Toronto.
- Kosko, S. (1991): *The City Shaped: urban patterns and meanings through history*. Little, Brown. Boston.

- Laniszewski, F. (2010). *Calidad de vida y sustentabilidad*. Revista de Diseño Urbano y Paisaje. Universidad Central de Chile, no. 19.
- Lebart, L. (1977): *Multivariate Descriptive Statistical Analysis*. Wiley and Sons Ltd. Chichester. UK.
- Ledoux, L. (2005). *Sustainable development indicators: An overview*. Natural Resources Forum 29 (4): 392-403, Nov 2005.
- Lenz, R (2000). Introduction and overview. Special issue on Environmental Indicators and Indices. *Ecological Modelling*, 130: 1-11.
- Leva, Germán (2005). *Indicadores de Calidad de Vida Urbana. Teoría y Metodología*. Pontike, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.
- Lucas, Robert (1986). *Adaptative behaviour and economic theory*. Journal of Bussiness, 5 (4).
- Haq, Mahbub ul (1992), The Human Development Paradigm, S. Fukuda- Parr and A.K. Shiva Kumar, Readings in Human Development, OxfordUniversity Press, New Delhi
- Magrini, A. A., 1990 *Avalia ção de Impactos Ambientais*. In: MARGULIS, S. Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Económicos. Rio de Janeiro, IPEA/ Brasília, IPEA/PNUD.
- Meadows, D. (1972). *The limits to growth: a report for the Club of Rome´s Project on the Predicameottont of Mankind*. London. Earth Island Press.
- Mesa García S. (2021). Medición y evaluación de seis criterios de sostenibilidad urbana (aspecto físico), Bucaramanga, Colombia. Revista Ciudades, Estados y Política, vol. 8(3), Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Medio Ambiente, MMA (2006). *Libro Verde de Medio Ambiente Urbano*, España.
- Munasinghe, M. (1993). *Envoromental Economics and Sustainable Development*, Wordl Bank Enviromental Paper 3, World Bank, N.Y.
- Munda, G. (1993): *Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment. Theory and applications in Ecological Economics*. Physica-Verlag. Heidelberg.
- Naciones Unidas (1996). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II)*, Turquía.
- Nacif, Nora (2016). Diseño de indicadores urbanos de sustentabilidad. El caso del Gran San Juan en Argentina. Revista Urbano, número 34. Universidad del Bío Bío, Chile.
- Naciones Unidas (1992), *Programa 21: Programa de Acción de las Naciones Unidas de Rio, Declaración de Rio sobre el medio ambiente y el desarrollo*.
- Naciones Unidas (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio Climático*, Nueva York.
- Naciones Unidas (2008). World Urbanization Prospects. Department of Economic and Social Affairs Population Division, Nueva York.
- Naciones Unidas (2010). Informe de la Conferencia de las partes. Convención Marco sobre el Cambio Climático (COP16), Cancún, México.
- Naciones Unidas (2011). *Informe del Estado de la Población Mundial 2011*.

Fondo de las Naciones Unidas.

- Naredo, J.M. (1996): Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. En MOPTMA (ed.): *Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas*. Comité Español Habitat II. Madrid.
- OECD-JRC (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and user guide*. PARIS.
- OECD/OCDE (1978): *Urban Environmental Indicators*. OCDE Paris.
- OCDE (1993). *Indicadores Ambientales*. Paris
- OECD/OCDE (1994): *Environmental Indicators*. OECD Core Set OCDE Paris.
- OCDE (1997). *Innovación de Políticas para el Desarrollo Sustentable*.
- ONU-Habita (2022). Informe Mundial de las Ciudades 2022. Naciones Unidas.
- Orellana, Arturo (2011). *Indicador de Calidad de Vida Urbana*. Núcleo de Estudios Metropolitanos e Instituto de Estudios Urbanos UC, Chile.
- Ott, W.R. (1978): *Environmental Indices: Theory and Practice*. Ann Arbor Science. Michigan.
- Ott, W.R. (1995): *Environmental Statistics and Data Analysis*. Lewis Publishers. Boca Raton. California.
- Pearce, D.W (1989): *Blueprint for a green economy*. Earthscan Publications Ltd. London.
- Pearce, D.W. (1996). *Measuring Sustainable Development: Progress on Indicators*. Environment and Development Economics, 1: 85-102.
- Pearce, D.W. y R.K. Turner (1990): *Economics of natural resources and the environment*. Harvester Wheatsheaf. Nueva York.
- Pearson, K. (1901): On lines and planes of closets fit to system of points in space. *Philosophical Magazine*, 6:559-572
- Pena Trapero, J. (1977): *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines. Una aplicación al caso español*. INE. Madrid.
- Pena Trapero, J. (1994): Los indicadores sociales regionales. En *Datos, técnicas y resultados del moderno análisis económico regional*. Ed. Mundiprensa. Madrid.
- PNUD (1992): *Human Development Report, 1992*. Oxford University Press. New York and Oxford.
- PNUMA (1987). *Our Common Future. Report of The United Nations Commission on Environment and Development*. Oxford University Press. Oxford.
- PNUMA (2006). *El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono*. Secretaria del Ozono, Kenya.
- PNUMA/UNEP (1997): *Global Environmental Outlook 1997*. Oxford University Press. New York and Oxford.
- Ram, R. (1982): Composite indices of physical quality of life. Basic needs fulfillment and Income. A Principal Component Representation. *Journal of Development Economics*, 11: 227-247.

- Ramírez, Alfredo y J. M. Sánchez. "Enfoques de desarrollo sostenible y urbanismo". Revista Digital Universitaria [en línea]. 10 de julio 2009, Vol. 10, No. 7 [Consultada: 12 de julio de 2014]. Disponible en Internet: <<http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art42/int42.htm>>
- Ravetz, J. (2000). Integrated assessment for sustainability appraisal incities and regions. *Environmental Impact Assessment Review*, 20: 31-64
- Rawls, J. (1971): *A Theory of Justice*. Oxford. Oxford University Press.
- Reed, W.J. (1994): Una introducción a la economía de los recursos naturales y su modelización. En Azqueta, D. y A. Ferreiro (eds.): *Análisis económico y gestión de recursos naturales*. Alianza Editorial. Madrid.
- REUTERS (2010), Cancún logra un modesto acuerdo contra el calentamiento global, en América Economía, diciembre.
- Repetto, R. (1986). *World enough and time*. New Haven, Conn. Yale University Press.
- Roseland, M. (1997). *Eco-city Dimensions: Healthy communities, healthy Planet* New Society Publishers. Gabriola Island. BC
- Roberts, F. (1979): *Measurement Theory with applications to decision making utility and the social sciences*. Addison-Wesley. London.
- Romer, P. (1990). *Endogenous Technological Change*, Journal of Political Economy, 98, 5 parte II, pp. 571-5102
- Rueda, S. (1995): *Ecología Urbana*. Beta Ed. Barcelona.
- Rueda, S. (1996): La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa. En MOPTMA (ed.): *Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas*. Comité Español Habitat II. Madrid.
- Rueda, S. (2001). *Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles*. Agencia Europea de medio Ambiente.
- Saisana M. and Tarantola S. (2002), State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development, EUR 20408 EN, European Commission-JRC: Italy.
- Salvo, A.E. (1996): *Informe sobre la situación del Medio Ambiente Urbano en Andalucía*. Grupo de Medio Ambiente Urbano del Parlamento de Andalucía. Parlamento de Andalucía, Sevilla.
- Samuelson, P. (1947): *Foundations of Economic Analysis*. Cambridge University Press.
- Samuelson, P. (2005). *Macroeconomía: Aplicaciones para Latinoamérica*. McGraw-Hill, México.
- Sánchez R. (2003). Sustentabilidad urbana, descentralización y gestión urbana. en *La transición hacia el desarrollo sustentable*. Perspectivas de América Latina y el Caribe. INE, PNUMA, UAM, ONU. México.

- Sauvenier, X. (2006), *Framework for Assessing Sustainability Levels in Belgian Agricultural Systems – SAFE*. Final Report – SPSD II CP 28. Belgian Science Policy, Brussels.
- Schuschny A, y Soto H. (2009). Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. CEPAL, Santiago de Chile.
- SEDATU/CONAPO/INEGI (2018). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México, 2015*. México
- Sen, Amartya (1998). Bienestar, justicia y mercado. Madrid: Paidós.
- Sepúlveda J. (2008). *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en territorios*. Costa Rica, IICA.
- Shearman, R. (1990). The meaning and ethics of sustainability. *Environmental Management*, 14 (1): 1-8.
- Smith, A. (1776). *La riqueza de las Naciones*. Edición de Rodríguez Braun. (1994), Alianza Editorial, Madrid.
- Solow, R. (1993). Sustainability: an economist's perspective. En Dorfman: *Selected Readings in Environmental Economics*, New York.
- Solow, R (1976). *La Teoría del Crecimiento Económico*. Fondo de Cultura Económica
- Spearman (1904): *General intelligence objectively determined and measured*. *American Journal of Psychology*, 15: 201-293.
- Sotelo, J., A. Tolón y X. Lastra (2011). *Indicadores por y para el desarrollo sostenible, un estudio de caso*. *Estudios Geográficos*, Vol 72, No 271.
- Steiniger, S., Villegas, R., De la Fuente, H. y Truffello, R. *Indicadores de Sustentabilidad Urbana: aplicación a capitales chilenas*. Centro de Desarrollo Urbano Sustentable. Santiago, Chile.
- Suss, Glisman (2005). *Integrated sustainability –Oriented reporting- Key indicators for counties and cities*. *Gesundheitswesen* 67 (2): 150-154 Feb.
- Taliere (2006). Sustainable development strategies: Tools for policy coherence. *Natural Resources Forum* Volume 30, number 2, may, pp. 136-145.
- Tansley, A.G. (1935). *The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms*. *Ecology*, Vol. 16, No. 3. (Jul. 1935), pp. 284-307. Published by: Ecological Society of America. En línea: <http://karljaspers.org/files/tansley.pdf> , consultado en junio 15 de 2014.
- Tietenberg, T. (2012). *Environmental and Natural Resources Economics*. Pearson, 9a. ed. New Jersey
- Turner, R.K. (1993). *Sustainability: Principles and Practice*. En: TURNER, R.K. (ed.) *Sustainable Environmental Economics and Management: Principles and Practice*. Bellhaven Press, London, pp. 3-36
- UNCED/CNUMA (1987). *Our Common Future*. Report of The United Nations Commission on Environment and Development. Oxford University Press. Oxford.
- UNCED. (1992). Programa 21. *Documentos oficiales de la Cumbre de la*

Tierra. Río de Janeiro.

- UNCSO (1996): *Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies*. United Nations.
- UNDESA (2007). *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, 3rd edition.
- Uriel, E. (1995). *Análisis de datos. Series temporales y análisis multivariante*. Editorial AC, Madrid.
- Vázquez Espí M. (2011). *La descripción de la insostenibilidad, 1945-1973*, en *Ciudades para un futuro más sostenible*. Boletín CF+S, no. 46. Editorial Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- Winograd, M. (1996). *Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para la toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe*. PNUMA-CIAT, México, D.F.
- Yasuko, B. et al. (2005). *Indicadores objetivos y subjetivos de la calidad de vida*. Enseñanza e Investigación en Psicología, enero-junio, año/vol. 10, número 001, Universidad Veracruzana, Xalapa, México, pp. 93-102.
- Zadeh, L (1965): Fuzzy sets. *Information and Control*, 8:338-353.
- Zadeh, L. (1973): The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Memorandum ERL-M 411. Berkeley, October, 1973.
- Zadeh, L. (1978): *Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility*. *Fuzzy Sets and Systems*, 1: 3-28.
- Zarzosa Espina, P. (1994): *El criterio de Discriminación en la Selección de Indicadores de bienestar. Análisis del Coeficiente de Discriminación de Ivanovic*. *Estudios de Economía Aplicada*, 169-185. Universidad de Valladolid, España.
- Zarzosa Espina, P. (1996). *Aproximación a la medición del Bienestar Social. Universidad de Valladolid. Idoneidad del indicador sintético "Distancia-P(2)"*. *Cuadernos de Economía*, vol. 24, 139. Universidad de Valladolid, España.

ANEXOS ESTADÍSTICOS

**INDICADORES DE LA ZONA METROPLITANA DE TOLUCA PARA MEDIR
EL INDICE DE SUSTENTABILIDAD URBANA**

Tabla 1. Indicadores sociales

MUNICIPIO	Tasa de crecimiento media anual 2010-2020	% viviendas con disponibilidad de agua	% viviendas con energía eléctrica	% viviendas con telefonía fija	% viviendas con celular	% viviendas con computadora	% viviendas con internet
Almoloya de Juárez	1.7	92.5	98.7	15.2	80.0	20.4	26.3
Calimaya	3.8	99.0	99.3	34.0	90.0	45.0	53.9
Chapultepec	2.8	99.1	99.6	39.2	90.7	42.1	59.7
Lerma	2.4	98.5	99.1	32.9	88.9	40.8	51.6
Metepec	1.2	99.3	99.7	57.7	92.7	61.2	73.3
Mexicaltzingo	1.7	97.5	99.4	37.1	86.2	36.9	53.7
Ocoyoacac	1.6	97.6	99.3	34.0	88.8	39.4	53.2
Otzolotepec	1.3	99.1	99.3	16.7	82.5	24.4	34.5
Rayón	2.3	99.2	99.5	30.1	84.0	33.8	49.5
San Antonio la Isla	3.7	99.5	99.6	33.2	93.0	47.7	62.3
San Mateo Atenco	3.0	96.9	99.1	31.3	90.0	38.5	55.4
Temoaya	1.6	98.8	99.0	11.6	79.6	19.0	28.0
Tenango del Valle	1.5	97.9	99.1	21.4	80.3	24.2	35.6
Toluca	1.1	97.9	99.5	41.7	89.8	45.6	58.1
Xonacatlán	1.7	98.8	99.4	20.0	86.8	31.5	45.5
Zinacantepec	2.0	97.6	99.3	33.1	85.3	35.5	47.8
TOTAL	1.6	97.8	99.3	35.9	87.9	41.0	52.8

MUNICIPIO	% Viviendas con piso diferente de tierra	Promedio de ocupantes por vivienda	Promedio de escolaridad	% Población analfabeta con 15 años y más	Habitantes por biblioteca	% población derechohabiente	Relación hombre/mujeres
Almoloya de Juárez	96.6	4.03	8.68	5.6	21,823.4	57.8	99.6
Calimaya	97.6	3.96	10.74	2.8	8,561.1	67.9	95.1
Chapultepec	98.8	3.79	10.69	1.6	6,386.0	80.3	93.3
Lerma	97.9	4	10.36	2.7	11,355.1	69.5	97.2
Metepec	99.1	3.55	12.27	1.3	13,461.5	72.2	91.8
Mexicaltzingo	98.0	4.18	10.14	2.8	13,807.0	61.1	95.7
Ocoyoacac	98.0	4.16	10.43	2.5	14,420.6	60.9	95.5
Otzolotepec	96.1	4.32	8.98	5.2	29,594.3	53.2	95.8
Rayón	97.9	4.23	9.96	2.8	7,986.0	81.1	94.2
San Antonio la Isla	98.3	3.75	11.11	1.7	15,981.0	77.0	93.2
San Mateo Atenco	98.1	4.22	10.42	2.0	48,709.0	66.8	95.1
Temoaya	94.6	4.39	8.27	6.2	11,751.8	59.7	95.0
Tenango del Valle	94.3	4.25	9.07	5.1	9,051.8	63.7	96.7
Toluca	98.3	3.79	10.92	2.6	35,023.4	66.6	93.2
Xonacatlán	97.8	4.16	9.67	3.6	10,926.6	58.6	96.0
Zinacantepec	97.3	4.17	9.99	3.8	25,484.0	64.7	95.3
TOTAL	97.7	3.9	10.11	3.1	18,983.3	65.6	94.6

Continúa

MUNICIPIO	Índice de envejecimiento	Tasa bruta de natalidad	Tasa bruta de mortalidad	Tasa de mortalidad infantil	Casos positivos COVID-19 por cada 10,000 habitantes	Tasa mortalidad covid-19 por cada 10,000 habitantes	Índice de letalidad COVID-19	Habitantes por unidad médica
Almoloya de Juárez	27.6	12.6	4.8	10.7	38.2	5.0	13.2	6,235.0
Calimaya	34.0	8.1	5.1	16.9	50.8	7.6	14.9	8,561.0
Chapultepec	33.1	7.7	4.3	0	84.6	12.5	14.8	12,772.0
Lerma	35.9	11.1	5.3	8.2	73.2	9.9	13.6	8,111.0
Metepec	68.5	11.5	20.8	18.4	102.6	13.5	13.2	15,144.0
Mexicaltzingo	37.1	14.4	7.1	0	93.4	14.5	15.5	6,904.0
Ocoyoacac	42.8	10.9	6.1	5.9	70.5	10.5	15.0	8,011.0
Otzolotepec	28.9	14.1	4.7	12	40.9	6.3	15.4	5,919.0
Rayón	35.9	1.6	10.1	27	58.2	9.4	16.1	5,324.0
San Antonio la Isla	25.3	10.6	3.8	0	65.1	9.4	14.4	10,654.0
San Mateo Atenco	33.5	14	5.4	6.5	76.1	11.2	14.7	12,177.0
Temoaya	24.8	19.6	4.9	19	34.2	4.3	12.7	3,917.0
Tenango del Valle	33.4	14.4	6.1	14.1	57.3	7.8	13.7	6,466.0
Toluca	45.1	9.9	12.3	94.3	115.6	13.3	11.5	10,467.0
Xonacatlán	35.0	16.5	7.7	24.4	92.4	12.4	13.5	9,106.0
Zinacantepec	31.8	12.9	5.0	7	60.5	9.5	15.7	10,194.0
TOTAL	39.8	11.9	7.1	16.5	85.2	10.8	12.7	8,783.3

MUNICIPIO	Habitantes por médico	Alumnos por maestro	Alumnos por escuela	Maestros por escuela	Homicidios por cada 10 000 hab	Robos por cada 10 000 hab	Participación ciudadana votaciones
Almoloya de Juárez	1,984.0	22	148.4	7.0	2.4	38.3	58.3
Calimaya	4,566.0	23	174.4	4.0	2.9	33.1	62.4
Chapultepec	982.0	19	258.3	13.0	2.3	67.3	62.9
Lerma	1,106.0	18	226.9	13.0	2.2	69.2	60.3
Metepec	168.0	16	213.9	14.0	1.2	109.5	63.7
Mexicaltzingo	1,972.0	19	211.8	11.0	1.4	69.5	59.7
Ocoyoacac	2,884.0	19	204.3	11.0	3.6	56.6	61.4
Otzolotepec	1,409.0	20	185.9	9.0	1.5	24.2	58.1
Rayón	998.0	20	238.1	12.0	1.3	21.3	75.7
San Antonio la Isla	1,522.0	21	277.7	13.0	2.2	42.6	62.2
San Mateo Atenco	1,522.0	24	263.3	11.0	1.8	73.1	62.0
Temoaya	979.0	21	173.4	8.0	1.2	28.3	52.9
Tenango del Valle	973.0	19	187.9	10.0	2.0	37.0	50.3
Toluca	245.0	16	253.0	16.0	1.9	115.6	53.7
Xonacatlán	780.0	22	183.2	8.0	2.4	55.6	64.8
Zinacantepec	2,192.0	19	223.9	11.0	1.7	58.7	53.1
TOTAL	392.8	18.0	220.4	12.6	1.9	81.0	56.9

Fuente: IGCEM (2021), INEGI (2020), Secretaria de Salud del Estado de México (2021), IEEM (2020)

Tabla 2. Indicadores ambientales

MUNICIPIO	Densidad Media	% población	% superficie	% Superficie	% Superficie afectada	Densidad de	Consumo de energía
	Urbana	urbana	forestal	sembrada (has)	incendios (Has)	carreteras	per cápita Mw/hra/hab
Almoloya de Juárez	45.40	9.87	13.96	50.28	0.15	0.25	0.79
Calimaya	57.90	0.00	19.13	45.92	0.18	0.21	0.57
Chapultepec	46.70	0.00	1.29	77.52	0.00	0.78	0.56
Lerma	43.90	37.40	38.06	36.97	0.68	0.17	2.98
Metepec	83.80	72.99	1.58	27.18	0.00	0.78	2.51
Mexicaltzingo	57.70	0.00	11.79	72.79	0.00	0.36	1.26
Ocoyoacac	59.90	40.31	52.07	20.55	0.85	0.48	1.28
Otzolotepec	28.00	0.00	33.21	30.96	0.01	0.23	0.25
Rayón	62.30	0.00	0.00	51.92	0.00	0.11	1.24
San Antonio la Isla	81.30	53.42	4.88	66.34	0.00	0.20	2.94
San Mateo Atenco	49.60	91.09	0.00	25.93	0.00	1.04	0.94
Temoaya	33.50	0.00	18.44	44.07	0.04	0.36	0.63
Tenango del Valle	54.80	27.19	36.20	33.20	1.08	0.21	0.72
Toluca	72.30	68.87	18.78	35.42	0.05	0.28	1.32
Xonacatlán	43.30	42.01	38.18	40.85	0.00	0.69	0.51
Zinacantepec	47.90	39.36	46.77	30.30	0.39	0.33	0.56
TOTAL	64.40	48.76	26.71	38.30	0.31	0.30	1.19

MUNICIPIO	Recolección residuos	Contaminación	Vehículos por	Dotación agua	Demanda de agua	% viviendas con
	sólidos/hab/kilos	PM10	cada mil hab	litros/hab/día	litros/segundo	drenaje
Almoloya de Juárez	345.0	112	227.2	280	500	87.3
Calimaya	298.4	112	284.4	260	250	98.9
Chapultepec	115.1	112	294.9	260	250	98.9
Lerma	134.7	112	397.9	320	900	98.4
Metepec	373.0	112	675.8	330	2500	99.4
Mexicaltzingo	651.8	112	456.4	280	250	98.2
Ocoyoacac	334.1	112	344.9	280	250	98.8
Otzolotepec	76.6	112	214.9	280	500	95.8
Rayón	297.4	112	191.6	250	250	99.3
San Antonio la Isla	296.9	112	231.6	250	250	99.4
San Mateo Atenco	192.0	112	396.4	320	250	98.8
Temoaya	73.7	112	249.0	250	500	95.1
Tenango del Valle	403.2	112	253.9	280	500	96.8
Toluca	215.3	112	581.3	330	2800	98.5
Xonacatlán	340.8	112	338.5	300	250	98.2
Zinacantepec	107.9	112	278.3	310	2400	97.7
TOTAL	233.3	112	445.1	286.25	787.5	97.5

Fuente: IGCEM (2021), INEGI (2020), Red de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT, Informes Municipales (2020)

Tabla 3. Indicadores económicos

MUNICIPIO	% PEA	% PEA OCUPADA	PIB	Inversión pública per	Deuda pública per	% Inversión pública	% Inversión pública
			PER CÁPITA	cápita pesos/hab	cápita pesos/hab	Desarrollo económico	Desarrollo social
Almoloya de Juárez	46.6	97.8	10,348.4	278.8	0.28	70.6	17.4
Calimaya	48.5	98.3	26,379.4	386.7	39.9	38.9	12.5
Chapultepec	47.9	98.2	10,115.9	1,402.6	207.0	50.4	11.6
Lerma	49.2	97.8	191,336.7	849.4	232.6	88.8	4.9
Metepiec	51.3	97.3	203,603.7	399.1	84.4	53.6	21.1
Mexicaltzingo	44.8	97.5	14,000.1	489.5	487.9	44.3	29.8
Ocoyoacac	51.2	98.2	151,527.7	420.1	52.1	16.4	73.9
Otzolotepec	47.7	97.9	77,488.9	236.1	110.7	36.3	43.8
Rayón	43.4	97.4	16,854.5	2,418.0	33.1	61.2	7.4
San Antonio la Isla	49.5	97.8	53,760.7	1,358.9	18.1	70.7	4.7
San Mateo Atenco	50.5	98.2	125,944.9	876.2	47.6	75.3	3.8
Temoaya	47.7	98.4	9,583.4	450.0	11.4	77.2	12.2
Tenango del Valle	47.8	98.4	41,444.8	303.9	237.9	32.0	17.0
Toluca	50.3	97.5	166,847.9	1,074.4	132.5	55.4	40.5
Xonacatlán	48.2	97.4	24,432.1	1,079.0	35.7	14.9	70.3
Zinacantepec	47.9	97.9	53,991.7	220.5	115.6	43.8	45.1
TOTAL	49.4	97.7	121,908.2	729.5	110.2	57.3	32.1

MUNICIPIO	Razón de	Inflación diciembre	Índice Municipal (millones)	Índice Municipal de Actividad	Índice de desarrollo	Línea de pobreza
	dependencia	anual 2020	Actividad Económica	Económica % aportación estatal	humano	por ingresos
Almoloya de Juárez	54.4	3.2	1,824.8	0.12	0.722	65.3
Calimaya	51.0	3.2	1,221.6	0.08	0.738	50.7
Chapultepec	51.2	3.2	128.9	0.01	0.745	42.3
Lerma	51.3	3.2	32,044.5	2.09	0.736	34.8
Metepiec	49.9	3.2	49,334.6	3.22	0.843	33.2
Mexicaltzingo	52.4	3.2	193.3	0.01	0.748	54.0
Ocoyoacac	51.5	3.2	10,823.6	0.71	0.766	49.2
Otzolotepec	52.9	3.2	6,845.6	0.45	0.703	61.7
Rayón	53.6	3.2	268.2	0.02	0.740	48.5
San Antonio la Isla	49.5	3.2	1,691.0	0.11	0.724	44.9
San Mateo Atenco	51.9	3.2	12,281.8	0.80	0.743	53.9
Temoaya	58.7	3.2	1,029.9	0.07	0.665	62.0
Tenango del Valle	58.0	3.2	3,704.1	0.24	0.725	50.7
Toluca	50.3	3.2	152,173.5	9.93	0.800	51.8
Xonacatlán	54.1	3.2	1,321.0	0.09	0.733	60.7
Zinacantepec	51.8	3.2	11,216.8	0.73	0.708	52.5
TOTAL	51.7	1.9	286,103.2	18.66	0.740	51.01375

Fuente: IGCEM (2021), INEGI (2020), Banco de México, Informes Municipales (2020), CONEVAL 2020

PUBLICACIONES

Revista: Desarrollo Local Sostenible (DELOS), Universidad de Málaga, España. Vol. 6, No. 18 2013

<https://www.eumed.net/rev/delos/18/toluca.pdf>



CALIDAD DE VIDA URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA: UNA PERSPECTIVA DESDE LA SUSTENTABILIDAD

Rigoberto Torres Tovar¹
rigoeco@hotmail.com
Salvador Adame Martínez²
sadame@uaemex.mx
Juan Antonio Jiménez García³
juan_jimenez0083@hotmail.com
Universidad Autónoma del Estado de México

RESUMEN:

La mejor toma de decisiones está relacionada directamente con la disponibilidad de información, sin embargo, ésta última se ha convertido en un factor limitante para ejecutar acciones de los agentes tanto públicos como para privados, sobre todo en estudios específicos existe carencia de ella, tales como los que atañen al ámbito urbano. De ahí que la presente investigación tenga como principal objetivo, presentar una metodología para elaborar un indicador de calidad de vida, el cual es un instrumento de gran valía para los agentes decisores debido a que nos muestra de manera importante un diagnóstico sobre las factores que inciden en las condiciones en que vive una zona y que a su vez pueden ser evaluados. Dicho indicador contempla 4 dimensiones: hábitat, social, económica y subjetiva. El caso de estudio corresponde a la Zona Metropolitana de Toluca, lugar que muestra un gran dinamismo en las actividades económicas, además destaca su alta concentración de población que la ubica dentro de las primeras a nivel nacional, aspectos que en conjunto que manifiestan gran presión sobre el medio ambiente y su entorno social. Así mismo, el presente estudio se aborda desde la perspectiva de la sustentabilidad, propuesta que considera implícita la calidad de vida referente a las áreas urbanas.

Palabras clave:

es.wikipedia.org/wiki/Códigos_de_clasificación_JEL

I31calidad de vida- Q01sustentabilidad- Q57indicadores-I31bienestar- Q53medio ambiente- R19zona metropolitana

ABSTRACT:

The best decision is directly related to the availability of information, however, the latter has become a limiting factor to perform actions of agents for both public and private, especially in specific studies are lacking it, such as those relating to the urban environment. Hence the present investigation I have as main objective, to present a methodology to develop a quality of life, which

¹ Maestro en Economía y Candidato a Doctor en Urbanismo, Profesor e Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de México. Línea de investigación: Sustentabilidad urbana y desarrollo regional.

² Doctor en Ciencias. Profesor e Investigador de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México.

³ Maestro y Candidato a Doctor en Ingeniería. Profesor e Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de México.

is a very valuable tool for decision-makers because it significantly shows an assessment of the factors affecting conditions in an area in which it lives, and which in turn can be evaluated. This indicator includes four dimensions: habitat, social, economic and subjective. The case study corresponds to the metropolitan area of Toluca, instead showing great dynamism in economic activities, and highlights its high concentration of population which places it within the first nationwide, together aspects manifesting great pressure on the environment and social environment. Furthermore, the present study is approached from the perspective of sustainability, proposal be implied regarding the quality of life to urban areas.

Key words:

I31quality of life- Q01sustainability- Q57indicators- I31welfare- Q53environment- R19metropolitan area

INTRODUCCIÓN

El estudio de las ciudades en los últimos años ha tomado mayor importancia debido a su gran dinamismo derivado del crecimiento poblacional, de acuerdo al Fondo de Población de Naciones Unidas (2011) una de cada diez personas vive en una ciudad, pero dentro de solamente 35 años vivirán dos de cada tres en ciudades. Ante este hecho, las áreas urbanas han ganado un gran protagonismo debido a los fenómenos que en ellas concurren, principalmente los relacionados a al medio ambiente y las condiciones de vida de sus habitantes. El panorama en México no queda exento de ello, es por eso que las políticas públicas deben tener herramientas que permitan tener un diagnóstico de las condiciones actuales para poder diseñar y evaluar las acciones de las diversas escalas de gobierno, sin embargo, la información escasa es un factor limitante para la toma de decisiones. Es por ello que la elaboración de indicadores se ha convertido en una alternativa para conocer los estados actuales y la evolución del desarrollo de las ciudades. Una de las propuestas que en los últimos años ha cobrado mayor importancia es la de la sostenibilidad, la cual promueve de manera integral aspectos económicos, sociales y ambientales. Hernández (2009) señala que en la calidad de vida urbana está implícita la idea de sustentabilidad, lo cual supera profundamente el concepto economicista del bienestar, el cual solo es medible en el crecimiento económico y en estándares dotacionales.

La presente investigación hace referencia al estudio de *la calidad de vida en la Zona Metropolitana de Toluca*, región que en los últimos años ha logrado un importante desarrollo, pero que a la vez también presenta un gran sector de la población al margen de esos beneficios. La estructura del trabajo parte del primer apartado haciendo un recuento histórico del estudio de la calidad de vida; ligado a ello en el siguiente se describen los principales organismos y programas que atienden aspectos relacionados a la calidad de vida; en el tercer capítulo se hace referencia a las definiciones de calidad de vida urbana y sus dimensiones; en el cuarto se dan a conocer algunos estudios empíricos sobre el estudio de la calidad de vida urbana; finalmente, se describe la metodología y su aplicación para calcular la calidad de vida urbana, así como su interpretación y conclusiones.

OBJETIVO

El objetivo de la investigación es dar a conocer un método y su aplicación para calcular la calidad de vida urbana en la zona metropolitana referida. Tener este tipo de indicadores es de suma importancia para cualquier orden de gobierno, su elaboración permite obtener un conocimiento más aproximado a las condiciones en que vive la sociedad, es decir, se convierte en una herramienta que puede direccionar la toma de decisiones por parte de los actores públicos para lograr ciudades y metrópolis más sustentables. Para lograr ello se presenta una metodología basada en la elaboración de indicadores a través del método de promedios ponderados múltiples considerando cuatro dimensiones de la calidad de vida urbana: hábitat, económica, social y subjetiva.

1. ORIGEN DEL ESTUDIO DE LOS INDICADORES DE LA CALIDAD DE VIDA URBANA

Si hubiera que señalar un punto de referencia en el tiempo para establecer el origen de los indicadores de la calidad de vida desde la perspectiva urbana, este tendría que ser la década de los años veinte y treinta del siglo pasado, con la elaboración de indicadores sociales en la Escuela de Chicago, y específicamente en los años treinta en el ámbito de la Ecología Urbana. En dicha escuela se desarrollan teorías en las que la localización explicaba problemas sociales y psicológicos de la población (Castro, 2004). Sin embargo, es hasta la década de los sesenta y posteriormente setenta cuando surge un proceso de investigación y difusión de los indicadores sociales en el ambiente público y académico (Leva, 2005).

En lo que respecta al término "calidad de vida", inicialmente hizo referencia a los ámbitos del medio ambiente y del deterioro de las condiciones de vida urbana, y es a principio de los años sesenta cuando surge un gran interés por su atención debido a los efectos que sufrió la sociedad a causa de la incesante industrialización, este proceso implicó la necesidad de tener información para medir o estimar parámetros de tal forma que nos aproximara a una realidad más objetiva.

El estudio sistemático que se desarrolló a finales de la década de los setenta y principios de los ochenta, desemboca en un concepto más integrador que marca una diferencia entre los indicadores sociales y de la calidad de vida, por ejemplo, publicaciones en Estados Unidos como "Social Indicators Research" y "Social Abstracts" en 1974 y 1979 respectivamente, incluyen el término referido contribuyendo de esta forma a su difusión teórica y metodológica. Ya para los años ochenta el término comienza acuñarse como un concepto integrador, esto es, una conceptualización basada en factores objetivos y subjetivos.

En esa secuencia, en la última década del siglo pasado el estudio de indicadores cobró fuerza en el ámbito internacional debido a los cambios estructurales en la economía y en la política; además, la nueva configuración geopolítica acompañada de la integración económica y comercial de diversas regiones dio fortaleza a las instituciones de carácter internacional para promover e implementar sistemas de información que coadyuvaran a la mejora de estrategias, evaluación y control en los procesos de planificación gubernamental. En ese contexto la exigencia de la divulgación de indicadores de diferente índole se reflejó en un proceso de democratización y transparencia estadística en un desarrollo cada vez más globalizado.

El inicio de siglo XXI es sin duda un momento histórico relevante para la sociedad, en el cual las expectativas de transformación generada por el entorno político y económico provocaban incertidumbre en su "estado y modo de vida", razón por la cual las decisiones institucionales de orden internacional en los últimos años han sido evidentes, sobre todo si hacemos hincapié en aquellas que tienen como objetivo el de promover el desarrollo de los países que tradicionalmente se han quedado al margen de ofrecer mejores condiciones de vida al interior, o que en su caso, no se han visto favorecidos por las políticas neoliberales imperantes. De ahí que el tema del desarrollo se encuentre frecuentemente en las mesas de discusión dentro del entorno político y académico, pero más allá de esto, todavía siguen pendientes las fórmulas que reditúan en el bienestar social (posteriormente se hará referencia sobre su conceptualización).

A decir verdad, la solución del problema del desarrollo no es del todo fácil si partimos de que las necesidades individuales de la población no son exclusivas de corte económico como convencionalmente se consideraba, también se han agregado factores como los de seguridad, gobernanza, medio ambiente, etc. De este último aspecto, el ambiental, han surgido innumerables investigaciones que han convergido en el término de "sostenibilidad", sin embargo, dado que su conceptualización es multidimensional más no limitada, los áreas y disciplinas del conocimiento de diferente índole han abordado planteamientos a través de diversos enfoques teóricos.

El deterioro ambiental provocado por el fenómeno de la industrialización hace algunas décadas ha desencadenado lo que los especialistas denominan actualmente la "crisis ecológica", que para las generaciones actuales y futuras representa un elevado costo económico y social, y esta expansión industrial específicamente en zonas urbanas se manifestó en aspectos de concentración demográfica, demanda de infraestructura, agotamiento de áreas verdes,

transformación del uso de suelo entre otros, esto nos lleva a deducir que las grandes ciudades presentan dos facetas opuestas: por un lado, son atractivas (receptoras) para la sociedad por el hecho de que ofrecen elementos como empleo, servicios educativo, de salud, etcétera; y por otro, son vistas como zonas de conflicto ante la insuficiente oferta de aspectos antes mencionados, y que se podrían agregar otros más como es la inseguridad, tráfico, vivienda, por mencionar sólo algunos y que inciden de manera negativa en los ciudadanos.

A continuación se describen los principales programas institucionales que se han instaurado para abordar el tema de calidad de vida.

2. ORGANISMOS Y PROGRAMAS QUE ATIENDEN ACCIONES DE CALIDAD DE VIDA

El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, UN-HABITAT se estableció en 1976, como resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (Habitat I), realizada en Vancouver, Canadá. Algunos de los principales objetivos derivados son:

- Facilitar el intercambio de información sobre vivienda y desarrollo sostenible de asentamientos humanos
- Colaborar en países a través de asesoría técnica para enfrentar los desafíos de la urbanización desordenada en las ciudades para promover vivienda digna.

A partir de ese año, UN-HABITAT ha desarrollado programas que buscan elevar la calidad de vida de personas que viven en ciudades diferentes, entre ellos destacan: programas como Ciudades Más Seguras, Mejores Prácticas, Agenda Local 21, Desarrollo Económico Local, Localización de las Metas del Milenio, Observatorios Urbanos, además de la Campaña por un Mundo Urbano Mejor, entre otros.

Dentro del marco de la Agencia Europea de Medio Ambiente, la sostenibilidad del desarrollo urbano figura en un lugar prominente en las políticas comunitarias sobre el medio ambiente, el desarrollo regional, la salud y el transporte. El objetivo de las políticas de la Unión Europea es reforzar la responsabilidad de las ciudades en virtud del principio de subsidiariedad, que exige que se aborden los problemas en el nivel de autoridad más bajo. En todo caso, los niveles local y europeo están cada vez más entrelazados, como sucede con las cuestiones medioambientales, sociales y económicas. La futura política urbana europea, por tanto, debe encontrar formas para que la gestión entre los distintos niveles políticos tenga mayor integración y eficacia.

A raíz del proceso recogido en el Libro Verde sobre el medio ambiente urbano (1990), la UE aprobó la [Estrategia Temática para el Medio Ambiente Urbano](#) en 2006. El objetivo es mejorar la aplicación de las actuales políticas y leyes comunitarias sobre medio ambiente a escala local mediante el intercambio de experiencias y buenas prácticas entre las autoridades locales europeas. Las orientaciones sobre la gestión integrada del medio ambiente y la planificación sostenible del transporte urbano forman parte de esta iniciativa.

La misión de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos es contribuir, junto a otras divisiones de CEPAL, a evaluar los avances en las políticas públicas, instrumentos e instituciones, dirigidas a promover un crecimiento simultáneo del capital económico, ambiental y social en los países de América Latina y el Caribe (lo que implica no postergar ninguna de las tres dimensiones del desarrollo sostenible en detrimento de otra). Además, traducir la visión de desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe en políticas públicas operativas y sus principales áreas de trabajo toman en cuenta:

- Los problemas ambientales que existen en los países de la región así como las prioridades expresadas por los gobiernos;
- El rol y ventajas comparativas de la CEPAL en la promoción del desarrollo sostenible en la región de América Latina y el Caribe;
- El rol de otros actores relevantes, como otras agencias del sistema de Naciones Unidas, bancos de desarrollo y donantes bilaterales, con miras a evitar duplicidades y aprovechar sinergias potenciales.

De manera general, las tres áreas temáticas a seguir son:

- Evaluación de la Sostenibilidad del Desarrollo;
- Integración de Políticas para el Desarrollo Sostenible y
- Sostenibilidad de los Asentamientos Humanos.

La Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (SDU y OT) de la Secretaría de Desarrollo Social en México, es el área encargada de diseñar, planear, promover, normar y coordinar las políticas relacionadas con la ordenación del territorio y el desarrollo de las ciudades, metrópolis y regiones del país, con el fin de:

- Impulsar un enfoque de planeación regional sistémico, intersectorial, coordinado y concertado, de largo plazo, con consideración explícita del territorio, debidamente incorporado al Plan Nacional de Desarrollo como su dimensión espacial.
- Integrar de manera armónica desarrollo social, crecimiento económico, sustentabilidad ambiental y ordenamiento físico-espacial

Dentro de las políticas que ha definido el Gobierno Federal, se evalúan y actualizan los programas en operación, complementándolos con nuevos programas bajo los siguientes lineamientos estratégicos:

- Combate a la Pobreza Urbana,
- Competitividad y empleo,
- Sostenibilidad y calidad de vida.

Su aplicación se realiza en los diferentes ámbitos del territorio nacional, generando instrumentos y proyectos a nivel nacional, regional, urbano y de barrio. Por otra parte, la Unidad de Programas de Atención a la Pobreza Urbana coordina a nivel nacional el Programa Hábitat orientado a la atención de la Pobreza Urbana, que apoya la ejecución de obras y acciones que propicien el desarrollo social y urbano.

3. LA CALIDAD DE VIDA URBANA: DEFINICIONES Y DIMENSIONES

Diversos son los conceptos que hacen referencia a la expresión Calidad de vida, de acuerdo a Arostegui (1998), en un primer momento apareció en los debates públicos en torno al medio ambiente y al deterioro de las condiciones de vida urbana. Es a partir de la década de los cincuenta cuando se manifiesta el gran interés de conocer el bienestar humano y la preocupación por las consecuencias de la industrialización en la sociedad y de ahí se considera la necesidad de medir esta realidad a través de datos objetivos, y es desde las ciencias sociales donde se inicia el desarrollo de los indicadores sociales, estadísticos que permiten medir datos y hechos vinculados al bienestar social de una población. Estos indicadores han tenido su evolución teniendo el punto de partida las condiciones objetivas sobre todo desde lo económico y lo social, hasta llegar a la inclusión de elementos subjetivos.

El bienestar subjetivo incluirá hechos que se refieren a respuestas emocionales, dimensiones de satisfacción en la vida y juicios globales acerca de ellos, por otra parte, también es posible relacionarlos con la percepción de la vida del individuo. Estos constructos se establecen por separado, pero frecuentemente se correlacionan de manera sustancial.

Además la calidad de vida tiene cabida en el desarrollo sostenible, entendido este como "el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas" (UNCED/CNUMA, 1987). A pesar de lo ambiguo que puede resultar esta afirmación, diversos investigadores lo han desglosado en tres bases: sostenibilidad medioambiental, económica y social. (Munasinge, 1993).

(Castro, 2004,71) define cada una de ellas de la siguiente manera: "la sostenibilidad medio ambiental apunta hacia la conservación de los sistemas soporte de la vida (fuentes de recursos, destino o depósito de residuos), la sostenibilidad económica se refiere al mantenimiento del capital

económico y la aceptación social es definida como el desarrollo del capital social, el desarrollo sostenible es el concepto integrador de los anteriores.

Otro orden de ideas al desarrollo sostenible apuntan sobre una base física de la economía dentro del capital natural, para lo cual distinguen la sostenibilidad débil de la sostenibilidad fuerte haciendo alusión a la sustituibilidad plena o parcial entre los diferentes tipos de capital. Para ello (Pearce, 1996) señala que la sostenibilidad débil parte de la asunción de que el capital natural y el capital artificial son plenamente sustitutos en un cierto plazo, para ello consiste en conservar (o aumentar) el capital total agregado de una generación a otra, de tal manera que las generaciones futuras tengan la opción de vivir tan bien como sus predecesoras.

Algunos términos se han utilizado de manera indistinta o en su caso referirlos como sinónimos de calidad de vida, sin embargo, es necesario profundizar en cada uno de ellos para no confundirlos y aún todavía, no considerarlos equivalentes, Alguacil (2000) desglosa de manera puntual los siguientes: nivel de vida, modos de vida, estilos de vida y el sentido de la vida.

Es conveniente que para definir el concepto de calidad de vida hay que plantear dos posturas (Fernández, 1998; citado por Yasuko et al., 2005): por un lado, la primera sostiene que la calidad de vida se refiere exclusivamente a la percepción subjetiva de la persona sobre ciertas condiciones de su vida; en tanto que la segunda considera que se deben incluir tanto condiciones subjetivas (relacionadas con la evaluación o apreciación del sujeto de diferentes condiciones de vida) como objetivas (condiciones independientemente del sujeto).

Hernández (2009) señala que en la calidad de vida urbana está implícita la idea de sostenibilidad, lo cual supera profundamente el concepto economicista de bienestar, el cual solo es medible en el crecimiento económico y en estándares dotacionales; adicionalmente la calidad de vida introduce los aspectos ambientales en intersección con las necesidades humanas. Cuando hace referencia al ámbito considera que el medio ambiente urbano es el campo de acción para una calidad de vida en la ciudad, lo cual implica: a) no poner atención exclusivamente en los principios de sostenibilidad ecológica, b) no poner en peligro la supervivencia de las siguientes generaciones, no consumir recursos sobre su tasa de renovación y no producir residuos sobre su tasa de absorción por el medio. Sino que además se deben articular la sostenibilidad de la estructura social y la económica, para ello se debe buscar la transición no traumática del sistema de intercambios de las metrópolis contemplando la evolución y reconversión del sistema financiero, el sistema inmobiliario, el sistema de producción y consumo y el sistema de información, hacia un nuevo modelo sostenible en el sentido fuerte.

Estas ideas corresponden a lo planteado por Alguacil (2000), donde define la calidad de vida urbana como la concreción de la calidad de vida sobre el espacio urbano pudiendo considerarse como un constructo social formado en tres dimensiones básicas: calidad ambiental, bienestar e identidad. Se debe dejar en claro que la calidad de vida no depende únicamente de la satisfacción de cada uno de ellos, se pueden agregar en parejas, tal como el equilibrio entre bienestar individual y la identidad cultural que representa el desarrollo social, equilibrio entre medio ambiente y bienestar refleja la calidad de Ecología urbana, entre otras combinaciones.

Así, Alguacil (2000:66) apunta que la calidad de vida es un constructo social, relativamente reciente, que surge en un marco de rápidos y continuos cambios sociales, siendo fruto de los procesos sociales que dirigen una incierta transición desde una sociedad industrial a una sociedad postindustrial. Aunado a ello, en su afán de lograr la satisfacción de sus necesidades se encuentra con los efectos malignos propios del modelo de desarrollo económico. Las externalidades de tipo ambiental que producen nuevas problemáticas de difícil solución bajo los presupuestos de la economía ortodoxa o monetarizada. Junto a ellas persisten las viejas externalidades sociales (desigualdad, pobreza, desempleo y otras), pero también hay agregar nuevas como las de carácter psico-social que resultan de los modelos de organización y de gestión en la relación del hombre con la tecnología y las formas de habitar.

Como referencia para la definición de indicadores urbanos donde se integren los distintos componentes de desarrollo integral de una comunidad o ciudad, la ONU en 1992 consideró tres

dimensiones generales, de las cuales se derivan variables y sus respectivos indicadores: a) dimensión ambiental: es el factor ambiental, constituido por aquellos elementos que definen el espacio físico donde se ubica la ciudad; b) dimensión económica: factor económico, compuesto por aquellas variables que participan del bienestar económico de los individuos, y c) dimensión social: factor social, que comprende los elementos que caracterizan la calidad del hábitat urbano y que facilitan o permiten la interrelación entre los individuos.

4. REVISIÓN DE ESTUDIOS SOBRE INDICADORES DE CALIDAD DE VIDA URBANA

A continuación se presentan algunos estudios en la elaboración de indicadores de calidad de vida urbana con su breve descripción:

4.1 Indicadores Urbanos UN-HABITAT

UN-HABITAT ha sido una organización pionera en la colección de indicadores urbanos. En 1991, UN-HABITAT inició el Programa de Indicadores de Vivienda. En 1993 se convirtió en el Programa de Indicadores Urbanos con un enfoque más amplio en también otros temas urbanos. El programa ha producido dos importantes bases de datos (Base de Datos Urbanos Global I y II), que fueron presentados durante las conferencias Hábitat II (1996) y Estambul +5 (2001). En la Agenda Hábitat (resultado de la Conferencia Hábitat II, 1996) los Estados Miembros de las Naciones Unidas y los socios de la Agenda Hábitat solicitaron a ONU-HABITAT el monitoreo de las condiciones urbanas a escala mundial. Como contrapartida los países miembros se comprometieron a monitorear las condiciones urbanas en sus propios países e informar regularmente sobre los resultados obtenidos.

UN-HABITAT reconoce los indicadores urbanos como un conjunto de instrumentos de gestión que permiten identificar la realidad urbana, y servir de base para la formulación de políticas, programas y proyectos que la mejoren en forma continuada y sostenible. Los indicadores de seguimiento de la Agenda Hábitat se subdividen sectorialmente en: Generalidades, Socioeconómicos, Vivienda, Servicios, Ambientales, Gestión y Transporte.

4.2 Indicadores Globales para Ciudades

La iniciativa es liderada por el Urban Anchor del Banco Mundial y fue iniciada con un programa piloto en América Latina y el Caribe, una región altamente urbanizada, que tiene un 77% de su población viviendo en las ciudades. El propósito del programa consiste en ayudar a las ciudades en el monitoreo de su desempeño, proporcionando una referencia que facilite la recolección consistente y comparativa de los indicadores de la ciudad. Además propone la construcción de ellos con la finalidad de desarrollar un grupo de indicadores estandarizados para hacer posibles comparaciones entre ciudades y las verificaciones realizadas por terceras partes. Para ello, los indicadores deberían ser simples, de compilación con bajos costos, y lo ideal que su publicación se efectuara anualmente para maximizar su utilidad.

El Programa de Indicadores Globales para Ciudades se concentra principalmente en ciudades con poblaciones por sobre los 100,000 habitantes. Los indicadores inicialmente se proponen para las ciudades con el primer y más directo nivel de gobierno que es el municipal (aun quedando por desarrollar un mecanismo para acomodar y agregar aglomeraciones metropolitanas urbanas), para tal efecto, está estructurado en alrededor de 22 "temas" organizados en dos amplias categorías: servicios urbanos y calidad de vida.

En la categoría de *servicios urbanos* se incluyen los servicios típicamente provistos por los gobiernos y otras entidades de las ciudades: Educación, Energía, Finanzas, Respuesta a Incendios y Emergencias, Gobernanza, Salud, Recreación, Seguridad, Servicios Sociales, Residuos Sólidos, Transporte, Planificación Urbana, Aguas Residuales y Agua. En la categoría de *Calidad de Vida* incluye los contribuyentes críticos a la calidad de vida general, aunque el gobierno pueda tener poco control directo sobre ellos: Participación Cívica, Cultura, Economía, Medio Ambiente, Refugio, Equidad Social, Bienestar Subjetivo y Tecnología e Información.

4.3 Urban Audit

El proyecto URBAN AUDIT (Assessing the Quality of Life of Europe's Cities) de la Comisión Europea fue una iniciativa llevada a cabo entre 1998 y 2000, coordinada por la Dirección de Política Regional y por la EUROSTAT, que permitió describir la situación individual de cada ciudad en materia de calidad de vida, poniendo a disposición una base de datos comparables entre los centros urbanos de la Unión Europea que permitiese a las ciudades posicionarse frente a unos valores de referencia, en lo que fue entendido como un ejercicio útil de auto diagnóstico.

La atención que se despertó a partir de URBAN AUDIT en torno al desarrollo de indicadores urbanos permitió ensayar también, en un plano metodológico, diferentes abordajes en términos de la escala urbana. A pesar de que para varios indicadores apenas fue posible recolectar datos a nivel de las ciudades, se registraron casos en que la información fue obtenida igualmente a nivel metropolitano o de aglomeraciones urbanas y para sub-áreas dentro de ciudades. El proyecto Urban Audit contiene información de más de 250 indicadores que se agrupan en los siguientes aspectos: demografía, aspectos sociales, aspectos económicos, participación ciudadana, capacitación y formación, medio ambiente viaje y transporte, sociedad de la información y cultura y recreación.

4.4 Indicadores de Calidad de Vida Urbana en Argentina

Este trabajo se propone generar una metodología de construcción de un cuerpo de indicadores urbanos y un índice de calidad de vida urbana. La apuesta es llegar a los *policy makers* con una herramienta que permita tomar decisiones con mayores niveles de información y en línea con los problemas de los ciudadanos (Leva, 2005). La idea que subyace es: brindar un tablero de comando, o tablero de instrumentos, que permita sumar elementos de análisis crítico a las decisiones gubernamentales ante los problemas públicos que integran la agenda institucional, en el marco del cuerpo teórico de las políticas públicas. Para lograr ello se considera dentro del estudio las siguientes dimensiones: hábitat, social, económica y subjetiva.

4.5 Indicador de Calidad de Vida Urbana (ICVU) en Chile

Esta opción metodológica, tuvo también como propósito establecer con precisión la naturaleza de los factores que explican la mayor o menor calidad de vida de una comuna o ciudad, desde la perspectiva urbana, para lo cual se establecieron seis ámbitos como componentes de un ICVU, bajo condiciones objetivas y comparables, ámbitos reconocidos como expresión de una mayor o menor calidad de vida de un medio urbano, a saber (Orellana, 2011): condición laboral, ambiente de Negocios condiciones socio culturales, conectividad y movilidad, salud y medio y vivienda y entorno.

5. METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA

La evaluación de la Calidad de Vida del modelo urbano necesita de un sistema de indicadores que nos permita valorarlo, interiorizar los cambios y en su caso acometer las reformas necesarias. Para lograrlo el primer aspecto importantes es definir su concepto.

El término indicador viene a representar de manera simplificada una situación compleja, permitiendo valorar su evolución a lo largo del tiempo o su comparación entre espacios o estructuras diferentes. Un indicador es una variable que supera su valor neto para representar una realidad más compleja pero que debe de ser fácilmente comprensible y evaluable por la totalidad de los ciudadanos.

(Rueda, 2001) define los indicadores como "una variable o estimación urbana que provee una información agregada, sintética, respecto a un fenómeno más allá de su capacidad de representación propia. Es decir, se le dota exógenamente de un valor añadido".

(Castro, 2004: 122) cita a Chevalier y generaliza que en términos coloquiales, un indicador (p.e.: emisiones de CO₂) no es más que un signo que ofrece información más allá del dato mismo, permitiendo un conocimiento más comprehensivo de la realidad a analizar (calentamiento global). En definitiva, el indicador es una medida de la parte observable de un fenómeno que permite valorar otra porción no observable de dicho fenómeno. Desde la visión de la Teoría de Sistemas (Gallopín, 2006) hace referencia a los indicadores como variables (y no valores), es decir, representaciones operativas de un atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema. Por lo tanto los indicadores son imágenes de un atributo, las cuales son definidas en términos de un procedimiento de medida u observación determinado. Cada variable puede asociarse a una serie de valores o estados a través de los cuales se manifiesta.

5.1 Criterios de selección de los indicadores de calidad de vida urbana

Las características que deben cubrir los indicadores en general son la base importante para la establecer una propuesta metodológica como el caso de estudio que aquí nos corresponde, algunos autores los denominan como requerimientos o criterios de selección. De acuerdo a Chacón (2004): validez, confianza, flexibilidad, sensibilidad, objetividad, visión, medibles, importancia, eficacia y claridad. Dentro del Programa de Indicadores Globales para Ciudades se establecen los siguientes criterios de selección: objetividad, relevancia, medibles y reproducibles, flexibilidad, efectividad, interrelación e inclusividad.

5.2 Construcción de indicadores de calidad de vida urbana

Considerando el modelo de desarrollo urbano sostenible (Leva, 2005) la construcción del sistema de indicadores se aborda desde dos aspectos:

- Indicadores objetivos: estos se desarrollan a partir de información estadística oficial emitida por diversas instituciones gubernamentales.
- Indicadores subjetivos: consideran la percepción de la población de forma directa acerca de intereses y necesidades, esto es, a través de encuestas y opiniones.

Existen diversas alternativas para la elaboración de los índices de calidad de vida urbana, su validez o confiabilidad tiene que ver con la calidad de datos que se recolecten así como de las técnicas estadísticas que soporten su conformación. Se pueden identificar tres métodos para construir un índice:

1. Construcción lineal
2. Construcción ponderada simple
3. Construcción ponderada múltiple

Para fines de este trabajo se utiliza el de ponderación múltiple, dando seguimiento al procedimiento sugerido por Leva (2005): indicadores objetivos y subjetivos.

5.3 Construcción ponderada múltiple

Este modelo implica la incorporación de las ponderaciones de cada uno de los indicadores de manera individual así como de la ponderación de cada una de las dimensiones. De ahí que los valores de cada una de ellas estarán determinados por la suma ponderada de los indicadores que la integren, en tanto que el Indicador de Calidad de Vida Urbana tomará valor en función de la suma ponderada de las dimensiones que lo definen (Castillo, 2009):

$$ICVU = ID_1 * PD_1 + ID_2 * PD_2 + ID_3 * PD_3 + ID_4 * PD_4; \quad \forall PD_i \neq 0$$

En donde:

ICVU: indicador integrado de calidad de vida urbana
ID_i: indicador de calidad de vida urbana en la dimensión *i*
PD_i: ponderación asignada a la dimensión *i* en el cálculo del ICVU

Considerando que $\sum_{i=1}^4 PD_i = PD_1 + PD_2 + PD_3 + PD_4 = 1$

Para obtener el indicador de calidad de vida urbana por dimensión se ponderan los indicadores simples en cada una de las dimensiones:

$$ID_i = \sum_{j=1}^n I_{ij} * P_{ij} = I_{i,1} * P_{i,1} + I_{i,2} * P_{i,2} + I_{i,3} * P_{i,3} + I_{i,4} * P_{i,4} + I_{i,n} * P_{i,n}; \quad \forall P_{ij} \neq 0$$

Ahora tenemos que:

ID_i : indicador de calidad de vida urbana en la dimensión i

I_{ij} = indicador simple j considerado en la construcción del indicador de calidad de vida urbana en la dimensión i .

P_{ij} = ponderación asignada al indicador simple j en el cálculo del indicador de calidad de vida urbana en la dimensión i .

Considerando que $\sum_{j=1}^n P_{ij} = P_{i,1} + P_{i,2} + \dots + P_{i,n} = 1$

Ahora bien, las expresiones matemáticas que se utilizan para normalizar los indicadores con la finalidad de poder compararlos son que, los indicadores positivos consideran a mayor valor hay una mejor situación, los indicadores negativos afirman que a mayor valor, se manifiesta una peor situación

Indicadores positivos: $I_x (+) = \frac{x - MIN_x}{MAX_x - MIN_x}$

Indicadores negativos: $I_x (-) = \frac{MAX_x - x}{MAX_x - MIN_x}$

Para ambas expresiones:

$I_x(+)$: indicadores positivos

$I_x(-)$: indicadores negativos

IND_x representa cualquier indicador que se ha seleccionado

MIN_x es el mínimo posible que puede alcanzar el indicador

MAX_x es el máximo posible que puede alcanzar el indicador

Las dimensiones consideradas para la Zona Metropolitana de Toluca se presentan a continuación: hábitat (10 indicadores), social (4 indicadores), económica (2 indicadores) y subjetiva (10 indicadores). En la selección de los indicadores que componen cada dimensión uno de los criterios que predominó fue la disponibilidad de información, sin embargo, no fue factor determinante para limitar los principales indicadores que se consideraron pertinentes para la investigación.

5.4 Descripción general de la zona metropolitana de Toluca (ZMT)

La delimitación de la zona referida se establece de acuerdo a los criterios de Sedesol, Conapo e Inegi (2005), la cual comprende 14 municipios en total: Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec. De acuerdo al último Censo de Población y Vivienda del 2010 (Inegi, 2011), la ZMT tiene poco más de 1 millón 846 mil habitantes en una extensión aproximada de 2,038 km². Las actividades económicas suelen ser muy dinámicas debido a que concentra un gran número de industrias en municipios importantes, así como el desarrollo constante de zonas y centros comerciales, sin dejar a un lado la parte agropecuaria y forestal, así como en la actividad administrativa al tener como capital del Estado de México a Toluca. A continuación se muestra la ubicación de la Zona Metropolitana de Toluca en el Estado de México:

Localización de la Zona Metropolitana de Toluca



Fuente: elaboración propia a partir de cartografía de INEGI

5.5 Cálculo del indicador integrado de calidad de vida urbana (ICVU) en la zona metropolitana de Toluca

La propuesta de realizar un sistema de indicadores relacionado con la Sostenibilidad en el marco de la Calidad de Vida Urbana para la Zona Metropolitana de Toluca, nos obliga a superar los sistemas de indicadores ambientales o de sostenibilidad (aunque estos últimos incorporan variables económicas y sociales). Desde nuestro punto de vista los indicadores revelan el carácter de los satisfactores utilizados para atender determinadas necesidades, los indicadores no sólo indicarían si vamos bien o mal, sino que determinarían el carácter de los satisfactores utilizados.

Como se especificó anteriormente, el método propuesto para calcular el Indicador Integrado de Calidad de Vida Urbana para la Zona Metropolitana de Toluca es de ponderación múltiple, para ello se consideraron cuatro dimensiones (con sus respectivos indicadores): hábitat, social, económica y subjetiva (ver cuadro 2).

Las fuentes de información para el caso de los tres primeros, se obtuvo del Censo de Población y Vivienda de 2010 y la Encuesta en ciudades mexicanas sobre calidad de vida, competitividad y violencia social (ENCOVIS, efectuada de manera conjunta entre la SEDESOL y el Colegio de la Frontera Norte), y para la parte subjetiva se basó también en la información de la ENCOVIS y de las Encuestas Nacionales sobre inseguridad (recabadas por el Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C.).

5.5.1 Indicador de calidad de vida urbana por dimensión

La escala ordinal para determinar las categorías de calidad de vida urbana se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Escala ordinal de los Indicadores de Calidad de Vida Urbana

Intervalo	Escala
80-100	MB (muy buena)
60-80	B (buena)
40-60	R (regular)
0-40	M (mala)

Fuente: Leva, 2005

La aplicación del citado método implica como primera fase estandarizar los valores de los indicadores simples y su transformación a escala ordinal (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Estandarización de valores y transformación a escala ordinal de indicadores simples

Dimensión	Indicadores simples	x	Min.	Max.	Valor estandarizado	Valor ordinal
Habitat	% viviendas con luz	97.0	0	100	97.0	MB
	% viviendas con agua	86.9	0	100	86.9	MB
	% viviendas con piso diferente de tierra	93.5	0	100	93.5	MB
	% viviendas con drenaje	91.9	0	100	91.9	MB
	% viviendas con computadora	32.3	0	100	32.3	M
	% viviendas con teléfono fijo	40.4	0	100	40.4	R
	% viviendas con celular	64.9	0	100	64.9	B
	% viviendas con internet	22.5	0	100	22.5	M
	Promedio de ocupantes en viviendas	4.2	3.9	4.9	70.0	B
	Días de la semana de recolección de basura	2.0	0	7	28.6	M
Social	% población derechohabiente	64.9	0	100	64.9	R
	% población no analfabeta de 15 años y más	96.8	0	100	96.8	MB
	% población pos-básica de 15 años y más	26.7	0	100	26.7	M
Económica	Frecuencia por semana del recorrido de patrullas	5.0	0	7	71.4	B
	% Población Económicamente Activa	39.9	0	100	39.9	M
	% Población Económicamente Activa ocupada	95.3	0	100	95.3	MB
	Percepción sobre vivienda	27.3	0	100	27.3	M
	Percepción del medio ambiente	60.7	0	100	60.7	B
	Percepción sobre centros de salud	54.6	0	100	54.6	R
	Percepción sobre educación básica	71.3	0	100	71.3	B
	Percepción de la recolección de basura	49.5	0	100	49.5	R
	Percepción de vigilancia policial	40.2	0	100	40.2	R
	Percepción sobre trabajo actual	27.3	0	100	27.3	M
Subjetiva	Percepción sobre transporte público	38.8	0	100	38.8	M
	Percepción sobre lugares de esparcimiento	26.4	0	100	26.4	M
	Percepción sobre áreas verdes	25.6	0	100	25.6	M

Fuente: elaboración propia a partir de cifras del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI); Encuesta en ciudades mexicanas sobre calidad de vida, competitividad y violencia social 2005-2006, ENCOVIS (Secretaría de Desarrollo Social y El Colegio de la Frontera Norte); y Encuestas nacionales sobre inseguridad 2008, 2009 y 2010 (Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C.).

A partir de estos resultados podemos obtener los indicadores de calidad de vida urbana por dimensión asignando peso relativo a cada indicador, considerando que las ponderaciones (p) en suma por cada una de las dimensiones debe arrojar como resultado uno. En este paso, la asignación de p sigue criterios sugeridos por la literatura revisada de autores y trabajos realizados, entre ellos podemos mencionar aspectos como las TIC's (Tecnologías de la Información y Comunicación) y de seguridad; así como la identificación de elementos importantes para la población derivados de las encuestas revisadas para el caso de la dimensión subjetiva. En esta etapa se multiplican los valores estandarizados (denominados por z) por su ponderación y suman por dimensión (cuadro 3).

Cuadro 3. Indicador de Calidad de Vida Urbana por Dimensión

DELOS
Revista Desarrollo Local Sostenible

Dimensión	Indicador	Ponderación (p)	z	z*p	Valor cualitativo
Hábitat	% viviendas con luz	0.10	97.0	9.70	
	% viviendas con agua	0.50	86.9	43.43	
	% viviendas con piso diferente de tierra	0.07	93.5	6.55	
	% viviendas con drenaje	0.10	91.9	9.19	
	% viviendas con computadora	0.02	32.3	0.65	
	% viviendas con teléfono fijo	0.02	40.4	0.81	
	% viviendas con celular	0.02	64.9	1.30	
	% viviendas con internet	0.02	22.5	0.45	
	Promedio de ocupantes en viviendas	0.08	70.00	5.60	
Días de la semana de recolección de basura	0.07	28.6	2.00		
		1.00		79.67	B
Social	% población derechohabiente	0.20	64.9	12.98	
	% población no analfabeta de 15 años y más	0.20	96.8	19.36	
	% población pos-básica de 15 años y más	0.20	26.7	5.35	
	Frecuencia por semana del recorrido de patrullas	0.40	71.4	28.56	
		1.00		66.24	B
Económica	Población Económicamente Activa	0.25	39.9	9.98	
	Población Económicamente Activa ocupada	0.75	95.3	71.48	
		1.00		81.45	MB
Subjetiva	Percepción sobre vivienda	0.09	27.3	2.46	
	Percepción del medio ambiente	0.12	60.7	7.28	
	Percepción sobre centros de salud	0.10	54.6	5.46	
	Percepción sobre educación básica	0.10	71.3	7.13	
	Percepción de la recolección de basura	0.09	49.5	4.46	
	Percepción de vigilancia policial	0.15	40.2	6.03	
	Percepción sobre trabajo	0.10	27.3	2.73	
	Percepción sobre transporte público	0.09	38.8	3.49	
	Percepción sobre lugares de esparcimiento	0.06	26.4	1.58	
	Percepción sobre áreas verdes	0.10	25.6	2.56	
		1.00		43.18	R

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos clasificar de acuerdo a los valores cualitativos categorizados en la escala ordinal para cada dimensión.

En la dimensión *hábitat* el resultado de 79.67 equivale a "bueno", sin embargo, es importante destacar que algunos rubros están calificados como "muy buenos" (luz, drenaje, agua y piso diferente de tierra), situación que fue contrarrestada por importantes factores evaluados como "malos" (internet, recolección de basura, computadoras).

En lo *social*, la suma fue de 66.24, lo cual indica una situación "buena", dentro de esta dimensión sobresalen dos indicadores simples, por un lado, la población no analfabeta manifiesta una situación "muy buena", y por otro la población con estudios pos-básicos es catalogada como "mala".

Para el ámbito *económico*, el valor fue de 81.45, es decir "muy bueno", para ello debemos aclarar que solo se consideran dos aspectos (la PEA y PEA ocupada) que reflejan por separado categorías extremas, "muy bueno y "malo" respectivamente; para ello, es necesario hacer la aclaración de que existe escasa información disponible desglosada a escala municipal y regional para estos fines, por lo tanto su interpretación queda muy limitada y susceptible a cuestionamientos, que si bien, en el indicador considera el factor empleo de donde se pueden asociar algunos otros como es el ingreso y el consumo de bienes básicos de la población, además puede ser compensada esta valoración en la dimensión subjetiva.

Finalmente, en la dimensión *subjetiva* presenta un resultado de 43.1 que equivale a "regular", es decir, la percepción que tiene la población de su calidad de vida en la Zona Metropolitana de Toluca, situación que refleja varios aspectos importantes calificados como "malos", entre los que destacan: vivienda, vigilancia policial, trabajo, transporte público, esparcimiento y áreas verdes

que influyeron de manera negativa en esta dimensión; en contraparte, el único evaluado como "bueno" es la educación básica.

5.5.2 Indicador integrado de calidad urbana

En el cálculo del indicador integrado se requiere también la ponderación en cada dimensión, la cual fue determinada de acuerdo a los criterios previamente señalados, para el caso de la subjetiva se sugiere dar un peso más importante (0.50), debido principalmente a que refleja el sentimiento de la gente con respecto a su entorno particular y su relación con otros factores, condición que nos puede aproximar en mejor medida de su realidad. La dimensión hábitat le sigue en importancia (0.20) debido a que incluye factores que inciden de manera directa en su condición de ser humano. Las restantes dimensiones tienen el mismo peso en menor medida debido a que los rubros se refieren a aspectos en el entorno externo. En esta etapa se multiplica la ponderación de cada dimensión por el valor del indicador para obtener el indicador integrado. Los valores que resultaron se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Indicador integrado de calidad urbana

Dimensión	ponderación (p)	Indicador(I _D)	P*I _D	Valor Ordinal
Hábitat	0.20	79.67	15.93	
Social	0.15	66.24	9.94	
Económica	0.15	81.45	12.22	
Subjetiva	0.50	43.18	21.59	
			59.68	R

Fuente: elaboración propia

El valor obtenido fue de 59.68, es decir la *Zona Metropolitana de Toluca presenta una condición de "regular"*. Considerando que por dimensión, las tres primeras fueron categorizadas de "buena" a "muy buena", el peso de la subjetiva "regular", influye de manera importante para el indicador integrado al tener mayor ponderación.

6. Conclusiones

Los resultados hasta aquí presentados nos reflejan una aproximación de las condiciones de la calidad de vida de la población en la Zona Metropolitana de Toluca, la cual fue calificada como "regular", situación que nos lleva a reflexionar sobre las políticas públicas aplicadas por los diferentes niveles de gobierno. De ahí que el objetivo de la presente investigación radique en mostrar uno de los métodos aplicados a la medición de calidad de vida para que dentro de sus posibilidades pueda hacer énfasis sobre las temáticas que han quedado pendientes desde la toma de decisiones de carácter público. Es decir, ante la falta de indicadores, pueden ser instrumentos utilizados en la evaluación y diseño de políticas estratégicas que proporcionen las mejores condiciones de vida de la población.

Si bien es cierto, existe limitada información disponible a escala regional y municipal para emprender este tipo de estudios, la búsqueda y el uso de métodos que van desde lo simple a lo complejo para medir la calidad de vida, pueden ser una herramienta importante para observar la evolución de las condiciones de la sociedad como se ha identificado en diversos estudios empíricos ya consolidados.

Finalmente, es importante mencionar que el trabajo hasta aquí presentado puede ser sujeto a la incorporación de nuevos indicadores y dimensiones para tener mejores elementos que lleven a una mayor significancia de los resultados.

Referencias bibliográficas

- Alguacil, J. (2000). *Calidad de vida y praxis urbana: nuevas iniciativas de gestión ciudadana en la periferia social de Madrid*. Centro de Investigaciones Sociológicas, Colección monografías 179. Madrid, España.
- Arostegui, I. (1998). *Evaluación de la calidad de vida en personas adultas con retraso mental en la comunidad autónoma del País Vasco*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Castillo, L. (2009). *Urbanización, problemas ambientales y calidad de vida*. Plaza y Valdés. México.
- Castro, J.M. (2004). *Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía*. Instituto de Estadística de Andalucía. España.
- Chacón, Rosa (2004). *La calidad de vida y la planificación urbana*. Departamento de Planificación Urbana, Universidad Simón, Caracas.
- Gallopín, G. (2006). *Los indicadores de desarrollo sostenible. Aspectos conceptuales y metodológicos*. FODEPAL, Santiago, Chile.
- Fondo de Población de las Naciones Unidas. *Estado de la Población Mundial 2011*.
- Hernández, A. (2009). "Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana". Revista INVI, Vol. 24, Núm. 65, mayo-sin mes. Universidad de Chile.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México
- Instituto Ciudadano de Estudios sobre la Inseguridad A.C. *Encuestas Nacionales sobre la Inseguridad, 2008, 2009, 2010*.
- Leva, German (2005). *Indicadores de Calidad de Vida Urbana. Teoría y Metodología*. Pontike, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.
- Ministerio de Medio Ambiente (1990). *Libro Verde de Medio Ambiente Urbano*, España
- Munasinge, M. (1993). *Environmental Economics and Sustainable Development*, World Bank Environmental Paper 3, World Bank, New York
- Orellana, Arturo (2011). *Indicador de Calidad de Vida Urbana*. Núcleo de Estudios Metropolitanos e Instituto de Estudios Urbanos UC, Chile
- Pearce, D.W. (1996). *Measuring Sustainable Development: Progress on Indicators*. Environment and Development Economics, 1: 85-102.
- Rueda, S. (2001). *Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles en Workshop: indicadores huella y calidad ambiental urbana*. Fundación Forum Ambiental, Barcelona.
- Secretaría de Desarrollo Social, Colegio de la Frontera Norte (2006). *Encuesta en ciudades mexicanas sobre calidad de vida, competitividad y violencia social 2005-2006*.
- Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2007). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2005*.
- UNCED/CNUMA (1987). *Our Common Future. Report of The United Nations Commission on Environment and Development*. Oxford University Press. Oxford.
- Yasuko, B. et al. (2005). *Indicadores objetivos y subjetivos de la calidad de vida*. Enseñanza e Investigación en Psicología, enero-junio, año/vol. 10, número 001, Universidad Veracruzana, Xalapa, México, pp. 93-102.