

Caracas, vialidad y transporte. Una visión crítica desde la teoría del caos

Caracas: Roads and transport. A critical view from chaos theory

Pedro Guillermo Itriago Camejo*

Técnico superior en Mercadotecnia, Mención Comercialización (ISUM, 1978); licenciado en Administración (UNSR, 1978); Especialista en Gobierno y Políticas Públicas (FCJP-UCV) y candidato a Doctor en Ciencias, mención en Ciencias Políticas

Resumen

La vialidad y el transporte superficial son elementos de singular significación en las ciudades contemporáneas hoy día. Observados como objetos de estudio de campos específicos de la ciencia, suelen hacerse sobre sus comportamientos juicios técnicos o acaso políticos al servicio de la diatriba interpartidaria. Es opinión del autor el necesario abordaje de tales comportamientos desde una visión holística e interdisciplinaria. Haciendo uso de las estructuras conceptuales de la teoría general de los sistemas, concretamente del modelo del sistema abierto y de la noción de sistema complejo, y de la teoría del caos, en particular de las nociones de orden, des-orden, entropía, estructuras disipativas, atractores, caos y bifurcación, se aspira cumplir con ese cometido. En el caso específico de la congestión de tráfico de la ciudad de Caracas como problema público, se analiza su ocurrencia desde la concepción de la ciudad como un sistema complejo que, bajo el influjo de variables perturbadoras, transita

Abstract

Traffic and surface transportation are current issues of particular importance in contemporary cities. Seen as a case of study from many specific scientific approaches, they are subject to technical or even political judgments eliciting an interdisciplinary debate. It is my belief that such phenomena need to be tackled from a holistic and interdisciplinary perspective. To this end, I use different postulates from general systems theory, on the one hand, especially Open systems model and complex systems notions, and on the other, from chaos theory, with particular reference to the notions of order and dis-order, entropy, dissipative structures, attractors, chaos and bifurcation. As to traffic in Caracas as a public issue, I analyze its occurrence from understanding the city as a complex city which, under the influx of disrupting variables, moves towards its instability threshold, as a consequence of entropy accumulation, that is, towards a subtle and ultrasensitive balance. Then, any disruption

* Correo electrónico: pitriago@hotmail.com

Recibido: 27-06-2011

Aprobado: 26-09-2011

hacia su umbral de inestabilidad como consecuencia de la acumulación de entropía, vale decir, hacia una situación de equilibrio sutil y ultrasensible, tal que cualquier perturbación puede conducirlo hacia su disrupción total, que en el contexto de la teoría del caos se apellida precisamente de ese modo: caos. La congestión de tráfico se interpreta como resultado de la acumulación de entropía en el sistema complejo Caracas, y a la entropía como resultado de la fricción intrasistémica y/o de las partes interactuantes de la vialidad urbana y el transporte terrestre superficial, prefigurados como subsistemas complejos del sistema Caracas.

may lead this system into a total disruption, which, in the context of chaos theory, is precisely known as “chaos.” Traffic is understood as the result of entropy accumulation in Caracas complex system and entropy as the result of the intra-systemic friction and/or interacting parties in urban roads and inland surface transport, as preconfigured complex subsystems of Caracas system.

Palabras clave

Problema público; Congestión de tráfico; Sistema complejo

Key words

Policy problem; Traffic congestion; Complex system

INTRODUCCIÓN

La vialidad y el transporte en la ciudad de Caracas son componentes estructurales de singular significación actual en la vida cotidiana de la ciudad capital. Prácticamente la vida de buena parte de su población discurre a bordo de un transporte, sea subterráneo público (en manos del Estado) o superficial (de carácter privado), esto es, como servicio de transporte o como vehículo de propiedad particular.

Las ocurrencias al interior de ambos componentes se tratan desde un punto de vista exclusivamente técnico o como subterfugio para construir discursos políticos en la cotidiana pugna interpartidaria. Es opinión de quien estas líneas escribe, tales ocurrencias deben ser abordadas desde un punto de vista más amplio, que implique el concurso de otros constructos teóricos y de sus métodos de análisis para la aproximación e interpretación holística de la realidad citadina. Haciendo uso de la teoría general de los sistemas, más específicamente del modelo del sistema abierto y de la noción de sistema complejo y, al propio tiempo, de la teoría del caos, en particular de sus conceptos básicos de equilibrio-orden, entropía, des-orden, atractores, estructuras disipativas, caos y bifurcación, se estima lograr esa aproximación e interpretación acerca de la realidad referida previamente.

En tal sentido, el presente trabajo tiene por objeto abordar la vialidad y el transporte en la ciudad de Caracas como subsistemas complejos al interior de un sistema complejo de mayor nivel, cual es la misma ciudad capital que, bajo el influjo de variables perturbadoras, avanza en el trayecto inexorable de la flecha del tiempo hacia su umbral de inestabilidad por efecto de la acumulación de entropía, cuya manifestación material identificadora es la congestión de tráfico como problema público. El artículo consta de siete secciones, la primera de las cuales tiene por objeto contextualizar a Caracas en una realidad hoy dominada por la incertidumbre, la complejidad y el conflicto; la segunda, definir a Caracas como sistema y, consecuentemente, como sistema complejo. Corresponde la tercera a las definiciones de la vialidad urbana y el transporte terrestre superficial como subsistemas complejos del sistema Caracas, sus partes interactuantes comunes y su condición de sistemas complejos en sí mismos, además de mutuamente incluyentes. Se refiere la cuarta a la caracterización del comportamiento de los subsistemas de vialidad y transporte en el contexto de la teoría del caos, esto es, la definición de las variables perturbadoras, el tránsito hacia el umbral de inestabilidad, la definición y acción de la entropía y, finalmente, la congestión de tráfico como manifestación material de aquella y su definición como problema público.

Son atinentes a la quinta y sexta la descripción del *devenir* de Caracas, a través de la evolución de sus subsistemas de vialidad y transporte bajo el influjo de las variables específicas identificadas, mediante la explicación y precisión de un método seleccionado para tal fin, además de los resultados materiales producto de cinco décadas de acumulación de entropía. Culminamos con una séptima parte a modo de conclusión, donde se refieren las posibles bifurcaciones del sistema Ciudad Caracas.

Se aspira con este trabajo, así como con otros que se han escrito sobre tales aplicaciones, contribuir en la difusión de un nuevo paradigma para la observación y análisis holístico e interdisciplinario de la realidad.

CARACAS Y LA REALIDAD. INCERTIDUMBRE, COMPLEJIDAD Y CONFLICTO. LA REALIDAD COMPLEJA

Existen múltiples acepciones de la realidad. Desde aquella que supone la realidad como lo únicamente percibido o susceptible de ser percibido por los sentidos, hasta la que afirma que la realidad no existe y que más bien es solo “percepción

subjetiva humana”. En todo caso e independientemente de la acepción, lo que resulta cierto, al menos empíricamente, es que la realidad está presente.

Asume la realidad múltiples rostros según sea la naturaleza del observador, sus patrones cognitivos y sociales, políticos e ideológicos. Pero con independencia de quien la observe, la realidad hoy está dominada por la complejidad, la incertidumbre y el conflicto. Distinguidos investigadores (en el ámbito nacional e internacional) como Fritjof Capra¹ y Rolando García², en el campo de la física teórica o el de los sistemas complejos, respectivamente, así como en la planificación para el desarrollo, por mencionar a Hercilio Castellanos Bohórquez³ y Jesús López (Cendes-UCV)⁴ coinciden en tal argumentación. Una realidad que supera cualquier previsión y que admite la denominación conceptual de *realidad compleja*.

Inscritas al interior de esa realidad compleja, están las ciudades como asentamientos humanos y, en este caso particular, Caracas, la ciudad capital de la hoy República Bolivariana de Venezuela. Otrora, más particularmente, hasta la primera mitad del siglo xx, una ciudad de espíritu bucólico, con grandes espacios de tierra fértil y, como diría Enrique Bernardo Núñez, cronista de la ciudad para 1942, con cierto aire conventual, devino en una urbe contemporánea, con graves problemas de seguridad personal⁵, contaminación, marginalidad social y, sobre todo, congestión de tráfico.

¹ “...la mayor parte de la élite académica tiene una percepción limitada de la realidad que resulta totalmente inadecuada para entender los principales problemas de nuestro tiempo. Estos problemas () son intrínsecos al sistema, lo que significa que están íntimamente vinculados y que son interdependientes; no es posible entenderlos dentro de la metodología fragmentada que caracteriza a nuestras disciplinas académicas y nuestras agencias gubernamentales. Enfocando el problema de esta manera jamás podremos resolver nuestras dificultades y no haremos sino cambiarlas de sitio dentro de la compleja red de nuestras relaciones sociales y ecológicas” (Capra, 1992:26, 27).

² “...en el ‘mundo real’, las situaciones y los procesos no se presentan de manera que puedan ser clasificados por su correspondencia con alguna disciplina en particular. En este sentido, podemos hablar de una realidad compleja” (García, 2008:21).

³ “Por otro lado, el mundo en el que existe la planificación es cada vez más complejo, turbulento, incierto y conflictivo y en él se cuestionan los paradigmas que lo han sustentado con relación a: la naturaleza misma del hombre como ente competitivo o solidario; su pertenencia al terruño o a la Tierra como única y gran aldea; y la razón de ser del Estado como conductor del desarrollo o como simple facilitador para la empresa privada” (Castellanos Bohórquez, 2004:2).

⁴ “Estos métodos (los métodos actuales de planificación para el desarrollo) se inscriben dentro de un nuevo paradigma de análisis de la investigación operativa que se caracteriza, entre otros elementos, por: a) los problemas no se estructuran en términos de optimización y de un objetivo único, b) reducido requerimiento de datos e incorporación del juicio social, c) simplicidad y transparencia orientada a comprender el conflicto, d) la población es un sujeto activo del proceso investigación-acción, e) acepta la incertidumbre y considera el diseño de opciones para situaciones de final abierto” (López, 2007:20).

⁵ El aspecto de la seguridad personal resulta de particular mención en la configuración de la realidad compleja de la ciudad de Caracas. De una ciudad donde al final de la década de los cincuenta se hablaba, con

Resultado material de la aplicación del modelo desarrollista que se impuso en el mundo, luego del triunfo de Estados Unidos en la segunda gran conflagración mundial, además con el añadido de ser el centro geopolítico de una nación contemporánea con alma y vocación petrolera, Caracas fue víctima de la urbanización indiscriminada, además de la invasión apresurada de un habitante sin espacios útiles “concebidos” para su uso, que además prorrumpió en escena no siendo parte de nuestra impronta cultural: el automóvil.

El mismo Enrique Bernardo Núñez afirma que en Caracas, para ese año de 1942, existían cerca de 400.000 habitantes y 40.000 automóviles (Schaell, 1996:184), lo que se traducía en un automóvil por cada 10 habitantes. Para 1968, Guillermo José Schaell afirmaba que existían, en la ciudad capital, 250.000 automóviles, cifra que representó entonces seis veces más vehículos en apenas un período de 26 años. Según estadísticas del Instituto Metropolitano de Tránsito (Inmetra), reflejados en la encuesta de movilidad realizada por ese organismo en el año 2007, con una población aproximada de 4.500.000 habitantes, circulaban por Caracas 1.389.455 vehículos solo de propiedad particular, lo que arrojaba entonces la cantidad de un vehículo por cada 3,24 habitantes⁶.

En la actualidad y de acuerdo con estadísticas del Instituto Nacional de Transporte y Tránsito Terrestre⁷, en Caracas circulan un promedio de 1.800.000 vehículos diarios, a los cuales hay que sumar 400.000 vehículos de paso, para un total de 2.200.000 vehículos diarios con una proyección de población estimada para 2011 y, según INE, de 5.855.547 habitantes, lo que disminuye la proporción anterior, esto es, un vehículo por cada 2,66 habitantes⁸.

identificación precisa de “enemigos públicos” (como el sonado caso de Pedro Rafael Serrano Toro, mejor conocido como Barrabás) a otra hoy donde cerca de cincuenta personas semanales fallecen en la ciudad capital como resultado de hechos violentos. Los arreatones y los atracos menores (en lenguaje del derecho penal, ambas versiones del delito de robo) han sido sustituidos hoy por el llamado *secuestro express*, el estupro con saña y el homicidio de características en particular violentas sin que medie razón, relación o provocación alguna entre partes interactuantes (víctima y victimario, agresor y agredido), como es el caso del homicidio por encargo o sicariato. La ausencia de seguridad, con nombre y apellido, la *inseguridad personal*, constituye una variable más en la acumulación de estrés ciudadano y acaso, por consecuencia, un acumulador de entropía en el contexto de la ciudad de Caracas como sistema.

⁶ Gente de a pie (2009). ¿Por qué los caraqueños se consumen en las horas de cola? Caracas [web en línea]. Disponible desde Internet en: <http://gentedeapie.com/caracas-2-millones-200-mil-carros-tráfico> [con acceso el 4 de mayo de 2011].

⁷ Este dato se extrae de la misma fuente electrónica correspondiente a la nota inmediatamente anterior. De hecho, el artículo se inicia con la mención relevante de la información aquí citada.

⁸ Instituto Nacional de Estadística (2011). Censos nacionales de población y vivienda. Caracas [web en línea]. Disponible desde internet en: www.ine.gov.ve [con acceso el 6 de mayo de 2011].

Otro tanto ocurre con la urbanización, ya mencionada en líneas previas. Sin orden ni concierto, el concreto ha invadido cuanto espacio útil pudiera ofrecerse, haciendo mudar los usos urbanos de residenciales a comerciales e industriales, sobre una estructura vial sin inversiones importantes en los últimos 30 años. El crecimiento de la construcción, especialmente en los años del *boom* petrolero de los setenta, fue reduciendo los espacios disponibles para la ampliación vial; mientras, tanto población como parque automotor crecían de manera significativa. Reiterando la cifras anteriores y valiéndose de ellas para un cálculo inmediato, según Schaeff hay en Caracas, para 1968, cerca de 250.000 vehículos; treinta y nueve años más tarde, hay en la ciudad 5,56 veces esa cifra. En relación con la población y de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística (INE), Caracas parte de una cifra de 453.135 habitantes en 1950 a una población proyectada en 2008 de 5.586.957 habitantes, esto es, 12,33 veces más población de la que existiese en sus predios para el inicio de la segunda mitad del siglo xx⁹. El mismo cálculo pero sobre la población proyectada al 2011, según cifras también del INE, arroja un factor incremental de 12,92 veces. Población y cuantía de automóviles en crecimiento sostenido: dos características que, empíricamente, parecen definitorias de la realidad compleja de Caracas.

CARACAS, CIUDAD ACTUAL. SISTEMA Y SISTEMA COMPLEJO

Caracas, como urbe actual, es una ciudad plurimunicipal o metropolitana, con tendencia a estructurar funcionalmente un espacio regional discontinuo (Borja y Castells, 1998:151). Es especialmente plurimunicipal: se extiende sobre cinco municipios, con gobiernos de distinto signo ideológico y poblaciones disímiles. Desde una clase media comercial y funcionarial concentrada fundamentalmente en el este y sureste de la ciudad, hasta los sectores populares, ubicados en los cerros circunvecinos a la ciudad, cañones de quebradas y requiebros accidentados en los bordes carreteros. Habiendo surgido de un valle, relativamente plano y que discurría de este a oeste, Caracas se explaya hoy sobre un espacio regional especialmente discontinuo: desde las colinas y cerros aledaños al propio valle original, hasta las planicies del estado Miranda, incorporadas hoy al espacio geopolítico denominado Gran Caracas.

⁹ Los cálculos que soportan la argumentación hasta este punto expuesta se logran mediante el aporte de las estadísticas obtenidas desde las dos fuentes anteriormente citadas y su combinación aritmética, mediante cocientes, para lograr los factores incrementales, así como la cantidad de habitantes por vehículo.

Actividades empresariales, comerciales y productivas de toda índole se realizan en su espacio vital, así como se transforma en paso obligado para el transporte terrestre en la ruta que une al oriente con el occidente del país. De hecho, la vía expresa que cruza a la ciudad de este a oeste, la autopista Francisco Fajardo, es considerada parte de la troncal que une los dos extremos geográficos de la nación.

Los sistemas admiten ser definidos como conjuntos de partes interactuantes, al interior de una totalidad autoorganizada, con una finalidad determinada y cuya descripción es solo posible a través de las relaciones (entre esas partes) que logran mantener en cohesión dinámica aquella totalidad. Caracas es fuente de relaciones, intersección de destinos y confluencia de intereses, que irradia influencia más allá de sus fronteras y recibe de sus espacios circunvecinos aportes energéticos de variada naturaleza. Es posible admitir entonces a Caracas como un *sistema*.

Ahora bien, Ludwig von Bertalanffy, en su trabajo clasificatorio sobre los sistemas, creó las distinciones de *sistemas cerrados* y *sistemas abiertos*, definiendo a los segundos como aquellos que intercambian materia con el medio circundante y exhiben importación y exportación, constitución y degradación de sus componentes materiales (Bertalanffy, 2009:146). Con base en esta definición, es posible deducir empíricamente que las ciudades son *sistemas abiertos*, en tanto reciben energía del medio que las rodea, constituido este por las ciudades vecinas, la o las zonas rurales que las circundan, el país donde se asientan e incluso, en la realidad actual, un planeta globalizado. Del mismo modo, en su constante y progresiva construcción y reconstrucción, se constituyen y, a su vez, se degradan en sus componentes materiales. Siendo Caracas una ciudad, además de un sistema, es posible definirla como un *sistema abierto*.

Según Luis Izquierdo, José Galán, José Santos y Ricardo Del Olmo, investigadores de la Universidad de Burgos, una ciudad configura un *sistema complejo* cuando está constituida por múltiples componentes (sociales, urbanísticos, materiales, relacionales, etc.) dispuestos en niveles diversos y distintos, que actúan con cierto grado de independencia y que pueden interaccionar, evolucionar y adaptar su comportamiento a cambios en el entorno (Izquierdo y otros, 2008:91). Caracas está constituida por múltiples componentes de la naturaleza citada por los investigadores antes mencionados, dispuestos en niveles distintos, desde lo empresarial e industrial, hasta lo comercial; desde las instituciones del Estado hasta las organizaciones vecinales, por citar algunos de ellos. En el mismo orden de ideas, tales componentes actúan con independencia, interaccionan y evolucionan, adaptando su

comportamiento a un continuo cambio (acaso habitualmente abrupto) del entorno. Caracas también admite entonces y conforme a lo planteado por los investigadores *in comento*, la denominación de *sistema complejo*.

Josep Antequera, en referencia al pensamiento de Edgar Morín, afirma que una ciudad puede definirse como un sistema complejo si concurre en ella un cúmulo de variedad, esto es, actores, funciones y estructuras, que mantienen cierto equilibrio entre el orden y el desorden, los individuos y los sistemas de coacción social, cuyos estados son diversos y sus niveles también, en función de los espacios que se analicen, sean el espacio productivo, el circulatorio, el de la habitabilidad; donde el mantenimiento de la estructura urbana y sus funciones es el producto del quehacer de los individuos que la conforman y las regulaciones que los relacionan entre sí; donde cada individuo tiene sus propios objetivos pero a la vez la suma de estos produce el metaobjetivo de generar y mantener la estructura urbana; y, finalmente, si el asentamiento humano crece y se desarrolla, evoluciona y cambia en el tiempo, aquellos elementos que lo conforman y el medio urbano asimila los elementos evolutivos que la sociedad genera a través de la ciencia y la tecnología. La exposición anterior puede resumirse en seis condiciones que corresponden, respectivamente, a cada descripción en particular: en las ciudades como sistemas complejos concurren la organización de la variedad, la autorregulación, la multiestasis, la equifinalidad, la multifinalidad y la aptitud para el desarrollo y la evolución (Antequera, 2005:46, 47). Caracas, desde el punto de vista de la observación empírica, reúne todas esas condiciones, por lo que es posible ratificar su condición de sistema complejo.

CARACAS, VIALIDAD Y TRANSPORTE. EL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE. EL SUBSISTEMA DE VIALIDAD. LA INTERSECCIÓN Y LAS PARTES INTERACTUANTES. SISTEMAS COMPLEJOS DE UN SISTEMA COMPLEJO

Herbert Simon, economista, politólogo e investigador estadounidense en ciencias sociales, quien recibiera en 1978 el premio Nobel de Economía por sus aportes en la investigación interdisciplinaria y el efecto de la toma de decisiones en la economía como ciencia de la elección, en sus búsqueda hacia la clasificación de los sistemas, creó las distinciones de *sistemas descomponibles*, entendiendo estos como aquellos cuyas partes pueden ser aisladas y modificadas con independencia de las otras; y *sistemas no descomponibles*. En los últimos,

los procesos que determinan su funcionamiento son *interdefinibles* y *múltiples*, en tanto resultan de la confluencia de diversos factores que interactúan de manera tal que no pueden ser aislados. A tales sistemas se les llama *sistemas complejos* (García, 2008:21).

Como recortes de una realidad compleja, los sistemas complejos son representaciones concretas de esa “realidad” tal como ella se presenta (vista en sentido totalizador); los sistemas complejos, como expresiones fidedignas de la realidad, no pueden ser separados en partes ni pueden esas partes ser vistas y estudiadas como entes individuales; esto es, la observación de una parte como ente individual no es posible, en tanto su existencia la define su relación con las demás y, en algunos casos, depende de otra con la que pervive en intersección.

Ya hemos visto cómo Caracas es en un sistema complejo y, como tal, es posible observar en su seno partes interactuantes, cuyas relaciones son interdefinidas por sus propias dinámicas y que admiten, cada una de ellas, la representación de subsistemas de un sistema de nivel superior. Así, podemos hablar de un *Sistema Complejo Ciudad Caracas*, en forma más escueta, *Sistema Caracas* y sus subsistemas integrantes como partes interactuantes. El *Sistema Caracas* es un recorte de la realidad compleja *país* y cada subsistema de Caracas, un recorte de su propia realidad compleja y sistema complejo en sí mismo.

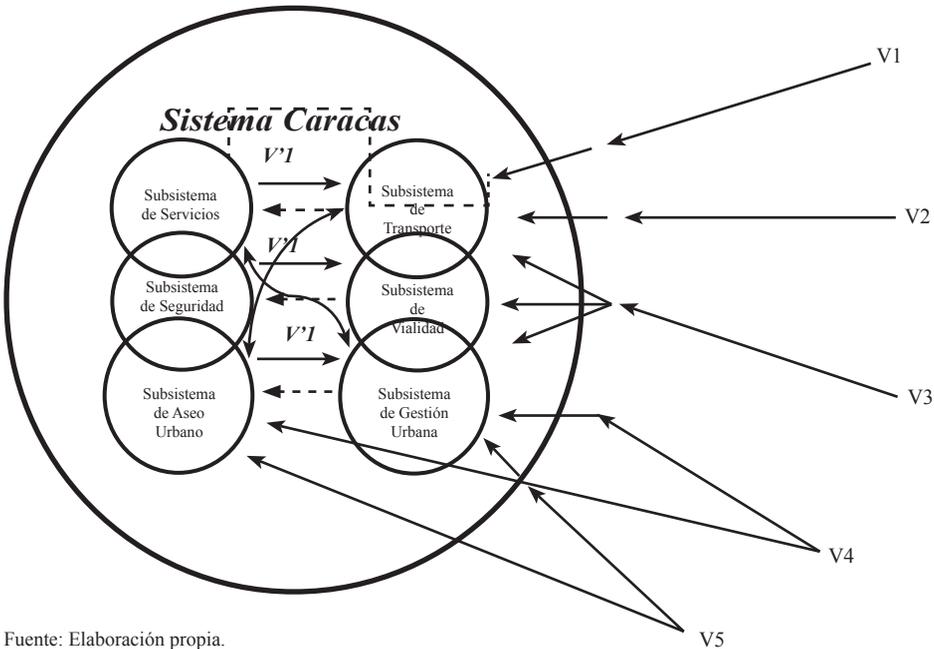
En ese orden de ideas, es posible representar a Caracas mediante un diagrama sistémico, con la identificación (como ejercicio gráfico) de varios de sus subsistemas en intersección, intersección posible dada la condición de interdefinible y múltiple de sus relaciones, y, además, con elementos comunes en interacción. El recurso gráfico escogido, dada su naturaleza para “dibujar” la idea, es el diagrama de Venn¹⁰, tomado de la matemática, más concretamente, de la teoría de conjuntos. El diagrama 1 se muestra en la página siguiente.

En el diagrama 1 es posible visualizar como ejemplos a seis subsistemas del Sistema Caracas, a saber, el Subsistema de Servicios (agua, luz, teléfonos, etc.), el Subsistema de Seguridad (policía, protección privada, etc.), el Subsistema de Aseo Urbano, el Subsistema de Gestión Urbana y, finalmente, los subsistemas de

¹⁰ Resulta necesario aclarar que John Venn, creador de los diagramas en mención, siendo no obstante matemático, los creó más como instrumentos de comprensión profunda, relacionados directamente con sus estudios sobre lógica inductiva.

Transporte y de Vialidad Urbana. Caracas puede exhibir muchos más subsistemas como, por ejemplo, el Subsistema de Salud Pública y el Subsistema de Educación, por citar ejemplos importantes en su complejidad funcional y su relación multicausal con la realidad, pero la intención del diagrama no es mostrarlos todos (lo que sería una tarea ardua cuya magnitud escapa del presente trabajo), sino graficar la existencia de una dinámica compartida y con elementos comunes, propia de los sistemas complejos, al interior de un sistema de la misma naturaleza que los contiene.

Diagrama 1
El Sistema Caracas y sus subsistemas interactuantes bajo los efectos de las variables perturbadoras



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, las flechas identificadas como V1 a V5 representan las variables perturbadoras que en el entorno externo del Sistema Caracas pudieran afectar el comportamiento de todo el sistema (o de todos los allí mostrados o de algunos de ellos) en su existencia y evolución, aspecto que en detalle abordaremos en el punto

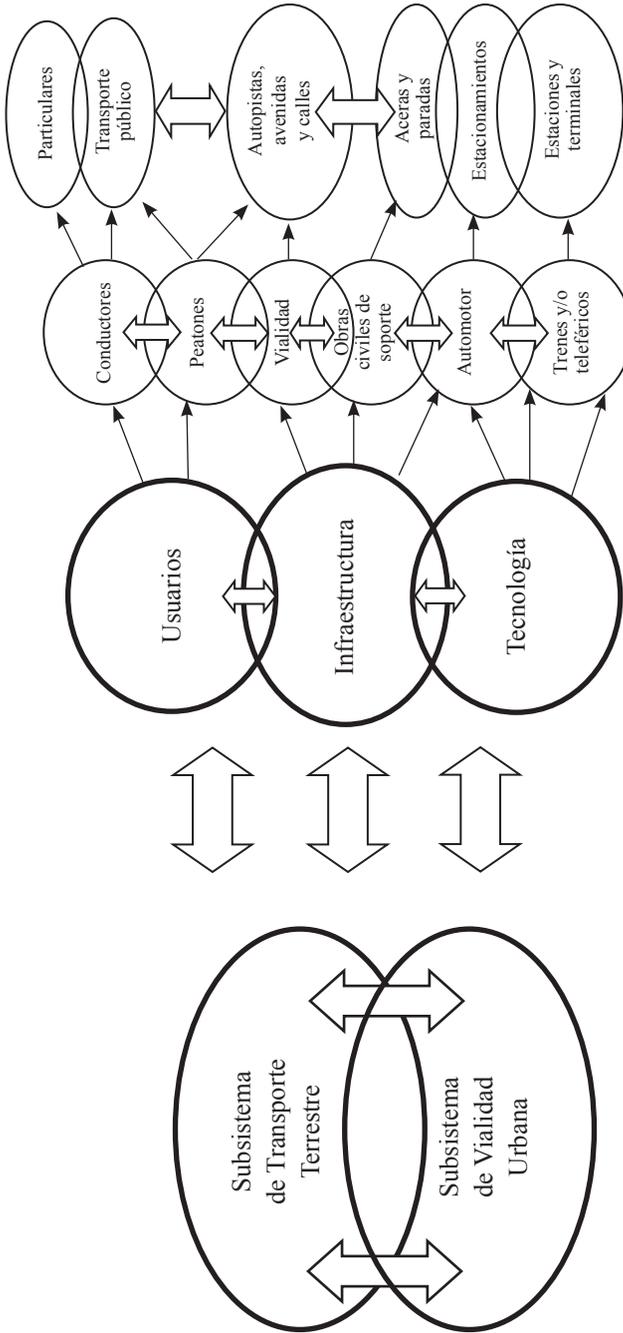
siguiente; y la flecha V' que representa una de las variables internas que surgen de la dinámica propia de dos o más subsistemas al interior del sistema de nivel superior. Bajo los efectos de esas variables, va evolucionando el Sistema Caracas, es decir, se va construyendo el *devenir* de la ciudad capital.

Dos de los subsistemas graficados en el diagrama 1 y que constituyen el contexto de estudio del presente trabajo, son el *Subsistema de Transporte* y el *Subsistema de Vialidad Urbana*. Cada uno por separado, pero cada uno en su intersección dinámica, pueden ser vistos, como ya se ha dicho, como sistemas complejos en sí mismos. En el caso de los dos antes mencionados, como mutuamente incluyentes, esto es, no existe vialidad sin transporte y transporte sin vialidad: uno justifica al otro.

Afirmamos entonces que tanto el Subsistema de Vialidad como el Subsistema de Transporte se intersecan en vida común. Tal intersección se verifica por cuanto ambos subsistemas comparten elementos comunes, en espacios equivalentes y para un propósito similar. Empíricamente es apreciable que un vehículo automotor, sobre una vía y tripulado por un conductor implica un objetivo común: la conducción de esa persona a un destino final desde un origen determinado. Vehículo, vía y conductor son expresiones materiales de los tres elementos comunes a ambos subsistemas: usuarios, infraestructura y tecnología. Así, por ejemplo, son comunes tanto a la vialidad como al transporte los peatones, conductores y pasajeros, por el lado de los usuarios; las paradas y estaciones de transporte público, las aceras, las calzadas y los estacionamientos de vehículos, por el lado de la infraestructura; las motocicletas, los automóviles, los autobuses y trenes del Sistema Metro, elementos estructurales de la tecnología, todos en intersección cotidiana, representada en fricción relacional y compartimiento de vivencias, así como de ocurrencias de carácter aleatorio. Tales elementos estructurales son los que constituyen las partes interactuantes de ambos subsistemas. La expresión gráfica de tal intersección se muestra en el diagrama 2.

De modo que de la fricción relacional de las partes interactuantes y de la naturaleza de las ocurrencias al interior de ambos subsistemas depende su *devenir* y, consecuentemente, parte del *devenir* del sistema de mayor nivel.

Diagrama 2
Los subsistemas de transporte terrestre y vialidad urbana de Caracas. Los elementos comunes Su intersección



Fuente: Elaboración propia.

CARACAS, VIALIDAD Y TRANSPORTE. LAS VARIABLES PERTURBADORAS. EL TRÁNSITO DEL SISTEMA HACIA EL UMBRAL DE INESTABILIDAD. SISTEMA CARACAS Y LOS SUBSISTEMAS DE VIALIDAD URBANA Y TRANSPORTE. TEORÍA DEL CAOS Y ENTROPÍA. LA CONGESTIÓN DE TRÁNSITO COMO MANIFESTACIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE ENTROPÍA. LA CONGESTIÓN DE TRÁFICO COMO PROBLEMA PÚBLICO

Los sistemas complejos tienen un *devenir*. Parten de una situación estacionaria, sin que esta condición represente reposo, sino más bien una situación donde las partes interactuantes de un subsistema o subsistemas interactuantes del sistema de mayor nivel se encuentran en armonía funcional y relacional. Al interior de un sistema complejo y bajo el influjo de variables perturbadoras, se producen disrupciones, cuya acumulación conlleva inestabilidades que sacan al sistema complejo de su situación inicial estacionaria, conduciéndolo hacia otros estadios. Bajo el influjo de variables de carácter perturbador, el sistema experimenta la inestabilidad. El sistema complejo evoluciona en virtud de sus inestabilidades (García, 2008:62).

En el diagrama 1 presentado en la sección anterior, es posible visualizar las flechas que identifican a variables externas que pudiesen afectar al sistema Caracas como un todo o a algunos subsistemas en particular. Al propio tiempo, también se pueden observar flechas que entran y salen de los subsistemas y que identifican las variables internas que pudiesen, igualmente, afectar a todos los subsistemas (o alguno o varios), según sea la fricción¹¹ o se definan las relaciones entre ellos. Las

¹¹ A los efectos del presente trabajo, resulta necesario definir lo que se entiende por *fricción*, más concretamente y como se mencionase en el resumen inicial, por *fricción intrasistémica*. Según el DRAE, por *fricción* se entiende en dos de sus acepciones como "... el roce de dos cuerpos en contacto..." y, en otro contexto, puede interpretarse como "... desavenencias entre personas o colectividades..." En un sistema complejo, existen partes interactuantes que, como sistemas complejos en sí mismos, se intersecan en ocasiones y en otras se "rozan" funcionalmente, roces que podrían producir perturbaciones en su propia dinámica o ser producto de la influencia de variables perturbadoras, fuesen exógenas o endógenas. Un ejemplo gráfico de los roces y las desavenencias perturbadoras se ve materializado en la proximidad física de los vehículos automotores, sobre la vía y dentro de una situación de congestión de tráfico. En esa situación, una consecuencia natural de tal proximidad podría verse representada en la colisión de dos vehículos que, como estímulo material empíricamente observable, produce en los conductores el llamado *estrés de tráfico*, pudiendo entonces surgir de tal ocurrencia la otra componente significativa de la *fricción*: desavenencias entre personas y, en grado sumo, entre toda la colectividad de conductores que en su entorno (el del accidente) circulen. En tal sentido se entiende entonces como *fricción intrasistémica* al roce o la acumulación de roces que, producto de la dinámica propia de los sistemas o partes interactuantes, aunado al influjo de variables perturbadoras, sean estas endógenas o exógenas, pudiese inducir la producción y acumulación de entropía, con independencia de su cuantía y espacio temporal.

variables perturbadoras externas se definen como *variables exógenas* y aquellas de carácter interno, como ya se ha dicho, propias de la dinámica o de la naturaleza relacional entre ellos, se definen como *variables endógenas* (p. 62).

La influencia de las variables (tanto endógenas como exógenas) puede ser simultánea, vale decir, puede afectar al sistema o a los subsistemas que lo integran (o a sus partes interactuantes) en un mismo período de tiempo, causando disrupciones múltiples, que, en suma, conducen al sistema (como un todo) hacia su *disrupción total*. La disrupción total tiene lugar cuando, por efecto de las variables, el sistema alcanza tal grado de inestabilidad que sale de su situación inicial, transitando hacia una nueva situación estacionaria, con nuevas estructuras internas, nuevas definiciones relacionales y distinta naturaleza constitucional. Justo antes de producirse el tránsito de su situación original estacionaria hacia otra distinta, por efecto de la disrupción total y bajo el influjo de las variables perturbadoras, se dice que el sistema ha arribado a su *umbral de inestabilidad*, luego del cual trasciende hacia la situación distinta antes descrita (p. 62).

En términos de la teoría del caos, constructo creado por Ilya Prigogine¹² en el campo de la fisicoquímica y extendido luego a otros predios del saber humano, en particular a las ciencias sociales, la situación inicial estacionaria se define como *situación inicial de equilibrio-orden*, identificando como tal aquella situación que el sistema exhibe inicialmente, donde existe un *equilibrio-orden* distintivo y en el que todas sus partes interactuantes se encuentran en armonía relacional y funcional. Es importante hacer notar que las nociones intuitivas de *equilibrio* y *orden* no se compadecen totalmente con la noción antes descrita. En el agua turbulenta como sistema, bien podría configurar la turbulencia y para un observador que se acerque a ella por primera vez, una situación inicial de equilibrio-orden, siendo en cambio tal turbulencia y en la observación intuitiva, expresión de desorden respecto del agua en estado de reposo.

¹² Ilya Prigogine (1917-2003), fisicoquímico ruso, quien posteriormente asumió la nacionalidad belga, se educó en la Universidad Libre de Bruselas donde tuvo lugar la casi totalidad de su carrera científica. Obtuvo el premio Nobel de Química en 1977, por sus trabajos en la extensión a la teoría de la termodinámica del concepto de los sistemas alejados del equilibrio, cuya existencia es solo posible en un entorno cargado de entropía. En la compilación de actas del coloquio de Cérisy, texto que lleva por nombre “Ilya Prigogine: el tiempo y el devenir”, los científicos Jean-Pierre Brans, Isabelle Stengers y Phillippe Vincke, compiladores de las actas del coloquio y redactores del prólogo de la obra antes referida, afirman allí: “Los trabajos del profesor Prigogine, desarrollados primeramente en el dominio de la fisicoquímica a partir de las nociones de bifurcaciones y estructuras disipativas, han hallado implicaciones tanto en la filosofía, como en la sociología, economía y biología” (Brans, Stengers y Vinke. 2000:13).

Por efecto de las variables perturbadoras, el sistema sale de su situación de equilibrio-orden, entrando en lo que, según Briggs y Peat, se conceptúa como el *des-orden* (con el guion sirviendo como elemento personificante del *des* como prefijo) es decir, una situación donde el sistema, por efecto de la perturbación, comienza a “trascender” la situación inicial de equilibrio-orden, es decir, su orden original. En virtud de la acumulación de des-orden, en el sistema comienzan a descomponerse las correlaciones y el orden inicial. La medida del des-orden es lo que en el contexto de la teoría del caos se conoce como *entropía*, un concepto formulado en el siglo XIX, en la contemporaneidad de la revolución industrial y en el contexto de la termodinámica, una teoría que abarca tanto la física como la química y es tan majestuosa en su estructura como la mecánica de Newton (Briggs y Peat; 2005b:167).

A partir de este momento y en el presente trabajo, nos referiremos a la entropía como la medida del des-orden, es decir, mientras mayor sea el des-orden, mayor será la entropía. Des-orden y entropía, dos conceptos cuya intensidad se comporta tal como lo hacen la temperatura y la conversión del agua líquida en vapor, de manera directamente proporcional. La entropía en los sistemas abiertos y complejos convierte el *devenir* en un proceso irreversible, dominado por *la flecha del tiempo*¹³.

Empíricamente es posible advertir que en el sistema Caracas podría haber acumulación de entropía en sus subsistemas interactuantes. Así, por ejemplo, y en el caso del subsistema de seguridad ciudadana y por efecto, acaso, de una alteración puntual del orden público, vista como variable exógena al subsistema referido (pero endógena al sistema de mayor nivel) podría producirse una disrupción que, producto de la acumulación sucesiva de entropía, lo sacara de su situación cotidiana de equilibrio-orden y lo colocase en camino hacia su umbral de inestabilidad. La situación de equilibrio-orden del subsistema referido comprende, entre otros aspectos medulares, el combate contra el problema de la inseguridad ciudadana. Una alteración del orden público intensifica el problema y reclama recursos, tanto humanos como materiales, en la sofocación del disturbio y en un sistema que, de

¹³ Como afirma C.J. Joachim, la flecha del tiempo “así bautizada por Eddington para designar el carácter unidireccional del tiempo, () nos es sugerida por nuestra experiencia consciente de seres vivientes, que pueden distinguir el pasado del futuro. La dirección intrínseca del tiempo, que no tiene análogo en el caso de las variables espaciales, aparece igualmente de forma muy clara en el Segundo Principio de la Termodinámica” (Brans, Stengers y Vinke, 2000:193).

por sí, ya acumula una cuantía “natural” de entropía. La alteración del orden público, en este caso, representa una variable que conduce una mayor acumulación de entropía dentro del subsistema de seguridad y consecuentemente al interior del Sistema Caracas.

La acumulación paulatina de entropía, ya hemos dicho, conduce al sistema hacia su umbral de inestabilidad. Cuando la entropía al interior del sistema, alcanza un nivel tal que este último no admite mayor acumulación de aquella, se dice que el sistema ha arribado al *caos*; esto significa y con lo expuesto hasta este instante que: en el caos el sistema ha arribado a su umbral de inestabilidad.

En un ejercicio equivalente, sean el subsistema de vialidad y el subsistema de transporte sujetos de una variable perturbadora que bien podría definirse como exógena¹⁴, no solo a ellos en particular, sino a todo el sistema Caracas, a saber, las inclemencias del tiempo atmosférico. En ejercicio de modelación verbal (en teoría de sistemas admisible como aproximación a un modelo de la realidad observada¹⁵) ha de suponerse a Caracas bajo los efectos de una tempestad. La situación inicial de equilibrio-orden compartida por ambos subsistemas exhibe, desde la observación empírica, un tráfico automotor cercano a la congestión¹⁶, tanto de la vialidad como del flujo de vehículos. La tempestad hace que el desorden se desate, consecuentemente la entropía se incrementa y la congestión se agrava. Al final de la tempestad, el sistema Caracas ofrece un panorama de vías anegadas; como consecuencia de ello, congestionadas de vehículos, con un transporte público afectado en su circulación, además de peatones varados en las estaciones y paradas, con viajeros atascados en las unidades de transporte público y una situación equivalente para los conductores de vehículos de uso particular. Durante horas la situación se mantiene, incrementándose la entropía (algunas de cuyas manifestaciones, por ejemplo, podrían estar representadas en los conductores

¹⁴ Empíricamente, es posible asumir que las alteraciones del tiempo atmosférico bien pueden calificarse de exógenas a cualquier sistema complejo cuyo devenir discurra sobre la superficie del planeta. Un ejemplo gráfico de ello lo ejemplifica el reciente *tsunami* en la costa norte del Japón. Cabe preguntarse: ¿pudo algún sistema complejo sobre la superficie de la región afectada sustraerse de su influencia? Basta con observar, al menos, al sistema complejo personificado en la planta nuclear de Fukushima.

¹⁵ Al respecto acota Ludvig von Bertalanffy: “Así los modelos en lenguaje ordinario tienen su sitio en la teoría de los sistemas. La idea de sistema conserva su valor incluso donde no puede ser formulada matemáticamente, o no deja de ser una ‘idea guía’ en vez de ser construcción matemática” (Bertalanffy, 2009:24).

¹⁶ Según Ian Thomson y Albert Bull, técnicos de la Unidad de Transporte, de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, de la Cepal, por congestión de tráfico, en su acepción objetiva, se entiende a la condición “...que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás” (Thomson y Bull, 2001:9).

que comienzan a copar la vialidad peatonal en el intento de hacer algún avance y en los peatones que, varados en las paradas, se lanzan a la vialidad vehicular para intentar a pie lo que resulta imposible en un transporte automotor) y viéndose afectado el sistema Caracas en su totalidad. La congestión se presenta entonces como la manifestación material de la entropía, cuya acumulación se produce bajo el influjo de la “tempestad” es decir, de manera más general, como manifestación directa de las inclemencias del tiempo atmosférico como variable exógena. Una situación problemática momentánea que, de mantenerse en el tiempo, trasciende esta definición para convertirse en *problema público*.

Entonces, cabe preguntarse: ¿Es la congestión de tráfico un *problema público* conforme la definición que sobre el particular expresan teóricos del enfoque de políticas públicas, como William Dunn, Robert Dery, Wayne Parsons y Luis Aguilar Villanueva? En otros términos, ¿trasciende de una *situación problemática* a *problema público*?

Para William Dunn, las preocupaciones difusas y los signos de estrés no constituyen *problemas*, sino *situaciones problemáticas* que son sentidas por analistas, hacedores de políticas y ciudadanía participante. Por lo tanto, lo que experimentamos son situaciones problemáticas, no problemas que, como átomos o células, son constructos conceptuales (Dunn, 1994:141). De modo que hasta que una situación problemática no sea definida y estructurada como problema público, no puede ser reputada de tal (p. 138). Wayne Parsons afirma que un *problema* debe ser definido, estructurado, colocado dentro de ciertos límites, además de recibir un nombre o etiqueta (Parsons, 1998:120)¹⁷.

Para recibir una etiqueta, la *situación problemática* tiene que convertirse en *asunto público*, esto es, en tema de número en el desiderátum de soluciones que aspire una comunidad en particular y solo cuando el asunto trasciende lo público

¹⁷ Con base en los argumentos de Dery, Dunn y Parsons es posible colegir el papel definitorio que el investigador tiene respecto de la percepción del problema y su distinción en términos científicos. Es posible que un problema exista, se sienta e incluso mortifique a sus acuciantes sufrientes, pero sin la observación científica de su ocurrencia, su definición y posterior estructuración se convierte en tarea particularmente difícil su identificación formal como tal. De modo que el enfoque de políticas públicas, en un contexto social de creciente problemática, requiere hoy día de intensiva y extensiva investigación científica formal, para la identificación, definición y estructuración de problemas públicos, que puedan al final resolverse mediante soluciones convertidas en políticas públicas de corto y largo aliento, que sirvan al propósito de atenuar la entropía al interior de los sistemas sociales. La investigación científica en la comprensión y solución de los problemas públicos no pasa de ser en la actualidad mero ejercicio académico: es tarea ineludible y obligante. Una realidad cada vez más compleja, así lo reclama.

para convertirse en *asunto del Gobierno* (es decir, de la agenda pública se transforma en materia de la agenda de Gobierno) es que puede afirmarse que se está en presencia de un *problema público* (Aguilar Villanueva, 1995:20).

Desde un punto de vista empírico, para los peatones, conductores de vehículos de uso particular, de transporte público (tanto de personal como de mercancías) la cola, el atasco, el trancón o el embotellamiento, como suele denominarse coloquialmente a la congestión de tráfico en diversas naciones de habla hispana, representa una acumulación de vehículos en la vía tal que circular con comodidad, rapidez y fluidez se convierte en una tarea difícil. Largo tiempo de permanencia a bordo de los vehículos y en la vía, cansancio y estrés de tráfico, son los efectos inmediatos sobre los usuarios. Sobre la vialidad: desgaste, sobrecalentamiento y deterioro progresivo. La evidencia empírica sugiere que en las ciudades, hoy día, la congestión de tráfico reviste condición de asunto de interés público. El solo hecho de recibir nombres coloquiales de difusión colectiva e inserción en los imaginarios sociales que sugieren demora, traba e incomodidad, denota su naturaleza de situación problemática que trasciende esta condición para colocarse en aquella de asunto urbano de primer orden. En el caso de Caracas, el tráfico, o más bien la congestión de aquel, es un asunto público; las vivencias cotidianas de los habitantes de las comunidades denominadas “ciudades dormitorio” como los casos de las poblaciones ubicadas en los valles del Tuy o los Altos Mirandinos, así como aquellas en Guarenas-Guatire, atestiguan (igual que aquellos pobladores de Caricuao, Antímano y La Vega, por citar algunos de los populosos sectores de la ciudad capital) la condición de tal, al registrar en sus quejas cotidianas la existencia de largas horas de permanencia en el tráfico y la cada vez más compleja tarea de distribuir diariamente su tiempo, entre una obligante vida laboral y una necesaria vida propia. También es y ha sido asunto de gobierno. Durante la administración del presidente Luis Herrera Campins (1979-1984) fue política de Estado la creación del llamado “día de parada obligatoria”, que disponía la prohibición de la circulación de vehículos en áreas urbanas durante horario diurno, en días específicos y conforme al dígito terminal de la placa de identificación del vehículo, limitación válida para todo tipo de medio de transporte, tendente a la reducción del flujo vehicular diario y con miras a la disminución de la congestión de tráfico. Otro tanto se hizo en los años 2008 y 2009, con la aplicación de programas equivalentes (“pico y placa”) en los municipios capitalinos de Baruta, El Hatillo y Chacao. Recientemente, el Ejecutivo Nacional, a través del Ministerio del Poder Popular para el Transporte y las Comunicaciones, ha iniciado el Plan Nacional de Mantenimiento Vial, tendente a la recuperación física de la vialidad

nacional. En el marco de ese plan se ha emprendido la reconstrucción y reparación de la vialidad de Caracas, también con la participación activa del Gobierno del Distrito Capital, habiendo destinado 260 toneladas de asfalto para la revitalización de la estructura vial. Así, y según declaraciones de la jefa del gobierno regional, Jacqueline Faría, ofrecidas en el programa *Dando y Dando*, transmitido por VTV, el día 12 de mayo de 2011, se han recuperado ya 46 avenidas de una meta total de 84, con una inversión cercana a los 20 millones de dólares. Pdvsa, por su parte y como factor de apoyo financiero, ha destinado un presupuesto cercano a los 30 millones de dólares para el apoyo al acometimiento del plan antes referido. El ministro para el Transporte y las Comunicaciones, Francisco Garcés, ha insistido en garantizar la transitabilidad del país en el corto plazo, en particular de la ciudad capital, con miras a disminuir las contingencias de tránsito que, en su opinión, agobian de cotidiano al ciudadano poblador¹⁸. Es posible entonces colegir que los problemas de tráfico configuran asuntos singulares en la agenda de gobierno. Al menos en términos de su identificación, la congestión de tráfico en Caracas configura entonces un *problema público*.

EL MÉTODO DE ANÁLISIS. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES PERTURBADORAS Y SU IMPACTO SOBRE LOS SUBSISTEMAS DE VIALIDAD Y TRANSPORTE DEL SISTEMA CIUDAD CARACAS. LA DEFINICIÓN DE UN RECORTE DE LA REALIDAD COMPLEJA. JUSTIFICACIÓN

A los fines de la aplicación de la estructura conceptual de la teoría del caos en la observación y comprensión de la congestión de tráfico en Caracas como problema público, planteamos un método de análisis que comporta las siguientes actividades básicas:

1. Identificar las variables perturbadoras potencialmente generadoras de entropía al interior del sistema Caracas como sistema complejo y en relación con la congestión de tráfico como respuesta material a la acumulación de esa entropía.
2. Definir empíricamente los impactos que esas variables perturbadoras tienen sobre el subsistema de vialidad y el subsistema de transporte, como partes constitutivas del sistema Caracas.

¹⁸ Ministerio del Poder Popular para el Transporte y las Comunicaciones (MTC), 2011. La fiesta del asfalto. Caracas [web en línea]. Disponible desde Internet en: www.mtc.gov.ve [con acceso el 09 de mayo de 2011].

3. Definir un período de observación del sistema, esto es, una escala de tiempo.

4. Definir una situación inicial de equilibrio-orden para el Sistema Caracas, en el comienzo del período de observación y en relación con los subsistemas de vialidad y transporte bajo el influjo de la congestión de tráfico como problema público.

5. Construir un *devenir* del Sistema Caracas, como reflejo de su proceso de evolución a lo largo del espacio-tiempo definido, por el efecto de la entropía y bajo los efectos de las variables perturbadoras identificadas en el numeral 1.

6. Identificar posibles estructuras disipativas al interior del Sistema Caracas, producto de la acumulación de entropía y por efecto de la congestión de tráfico como problema público.

7. Identificar las posibles bifurcaciones del sistema, si la observación determinase que está próximo a su umbral de inestabilidad, vale decir, está cercano al caos¹⁹, entendido este último como una clase de situación de equilibrio-orden tan sensible y sutil que cualquier mínima perturbación lo lanzaría hacia su bifurcación a otro u otros sistemas.

En líneas previas se abordó el tema sobre la existencia de variables perturbadoras tanto exógenas como endógenas. Para el caso que nos ocupará en lo sucesivo, se han identificado con exclusividad variables endógenas, esto es, aquellas que al interior de los subsistemas, tanto de vialidad como de transporte, son potencialmente generadoras de entropía y, consecuentemente, de la congestión de tráfico, entendida esta, se reitera una vez más, como respuesta material de la acumulación de entropía. Así, se han identificado las siguientes variables endógenas:

1. El tráfico
2. El porcentaje de vehículos pesados y colectivos
3. La velocidad de diseño de los sistemas viales

¹⁹ Otrora, el "... caos significaba desorden y confusión; actualmente significa clases de orden complejas, ultrasensibles y sutiles" (Laszlo, 1997:42).

4. El factor hora pico
5. La geometría de la vía (ancho, número de canales y radio de giro)
6. La ocupación vehicular
7. El comportamiento de los usuarios (tanto conductores como peatones)

La definición e impacto, tanto sobre la vialidad como sobre el transporte, de las variables antes enumeradas, se muestra en el cuadro 1.

Definidas las variables y sus impactos, pasemos a la determinación de un período de observación, es decir, a la definición de una escala de tiempo. Para la observación del problema de la congestión de tráfico en Caracas, se consideró necesaria la observación empírica de la evolución de la congestión en 50 años (1958-2008), período en que Venezuela, y consecuentemente Caracas, se percibe fue sujeta de la “vida petrolera” con mayor intensidad y en los que se inicia (y discurre) su tránsito por un modelo de desarrollo económico surgido en principio del triunfo de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial y en el que se puede decir fue también más intensa la transformación urbana de la ciudad capital.

Para la definición de la situación inicial de equilibrio-orden, tanto en el sub-sistema de Vialidad Urbana como en el subsistema de Transporte, se parte de dos aspectos fundamentales:

a) El nivel de servicio²⁰ de la vialidad urbana de Caracas, en términos de los sistemas viales que la integran, esto es, el sistema de vías expresas, arteriales, colectoras y locales.

b) El transporte público en términos del tipo de unidades, las definiciones de las rutas, la naturaleza cualitativa de los itinerarios y las paradas, así como las características de diseño de la vialidad; del mismo modo, con los vehículos de uso particular.

²⁰ El nivel de servicio (*level of service*) es un parámetro de medición del comportamiento vial, creado y expuesto en el HCM 2000 (*Highway Capacity Manual. US Government*). Los niveles de servicio se clasifican desde la A hasta la F y cada uno de tales niveles tiene características de flujo vehicular, velocidad y libertad de maniobra que lo identifican. Para la determinación de la situación inicial de equilibrio-orden, se ha utilizado el nivel de servicio como uno de los parámetros de medición.

Cuadro 1
La congestión de tráfico en Caracas. Variables endógenas de los subsistemas de Vialidad y Transporte de Caracas. Definiciones e impactos

| Variable | Definición | Impacto sobre la vialidad | Impacto sobre el transporte |
|---|---|---|--|
| El tráfico | Flujo vehicular que circula diariamente por los sistemas viales. Una acumulación de vehículos que rebasa la capacidad de la vía, en cualquier momento del día, se denomina <i>congestión</i> , ubicando a la vía en un nivel de servicio F. De acuerdo con el Manual de Vialidad Urbana: <i>Es el flujo de vehículo que circula por una vía</i> | Actúa en dos sentidos: a) En el desempeño de la vía, esto es, sobre su capacidad. b) En el desgaste de la carpeta de rodamiento y demás elementos de la infraestructura vial. | Tiene un efecto directo sobre la prestación del servicio, en cuanto al cumplimiento de itinerarios, mantenimiento de rutas y velocidad de circulación. |
| El porcentaje de vehículos pesados y colectivos | Porcentaje de vehículos automotores sobre el total del parque automotor en circulación, que se considera pesado o colectivo, esto es, todos aquellos vehículos como camiones, gandolas y autobuses. | Actúa en tres sentidos: a) Los dos anteriores. b) Por sus dimensiones, esto es, longitud, ancho, capacidad de carga y, por ende, velocidad de circulación, afecta al tráfico, y en consecuencia a la velocidad de la vía. En horas pico tiene un acelerador de la congestión. | El porcentaje de presencia de tránsito pesado en una vía es directamente proporcional a la velocidad de circulación y consecuentemente sobre el nivel de servicio, lo que tiene un efecto directo sobre la prestación del servicio, en particular en las horas pico. Sin embargo, mediante regulaciones adecuadas, siempre es posible minimizar el impacto. |
| La velocidad de diseño | <i>Es la máxima velocidad que puede ser mantenida con seguridad, en un determinado trecho, cuando las condiciones existentes en la vía son tan favorables que imperan las características del diseño. Generalmente corresponde a la velocidad del proyecto (Manual de Vialidad Urbana. Mindur, 1981)</i> | Actúa sobre la disposición, desplazamiento, adelantamiento y estacionamiento de los vehículos. Una vía con rebasamiento constante sobre su velocidad de diseño, arroja requerimientos de mantenimiento en períodos más cortos que los previstos. | La acumulación de tráfico sobre una vía de velocidad rebasada, produce el efecto denominado de "pare y siga", lo que induce, a su vez, retrasos en el tráfico. El retraso afecta directamente el servicio. En todo caso, los rebasamientos sobre la velocidad de diseño no son efectos producidos por esta variable, salvo que la vía haya sido proyectada y construida con velocidad de diseño inadecuada al volumen previsto de tráfico. |
| El factor hora pico | <i>Es una medida de la variación del flujo vehicular durante la hora pico. Se expresa mediante la relación entre el volumen de la hora pico y el volumen equivalente a la máxima rata de flujo durante un determinado periodo a esa hora (Manual de Vialidad Urbana. Mindur, 1981)</i> | Actúa directamente sobre la velocidad de diseño de la vía, su mantenimiento en el largo plazo y su nivel de servicio. Una vía con un factor de hora pico alto, esto es, un tráfico de congestión permanente, tiene retraso constante, rebasamiento de la velocidad de diseño y desgaste sobre la carpeta de rodamiento por calor, roce y peso, lo que induce a un esfuerzo proporcional de mantenimiento. | Actúa como mecanismo de regulación de tránsito y en consecuencia sobre el diseño de rutas, itinerarios y definición de paradas a lo largo de la vía. |

Cuadro 1 (continuación)
La congestión de tráfico en Caracas. Variables endógenas de los subsistemas de Vialidad y Transporte de Caracas. Definiciones e impactos

| Variable | Definición | Impacto sobre la vialidad | Impacto sobre el transporte |
|-------------------------------|---|--|---|
| La geometría de la vía | Se entienden las características geométricas de la vía en términos de ancho, cantidad de canales y radio de giro. La vía debe tener unas características geométricas de diseño que permitan el tránsito y maniobrabilidad de un vehículo sin interferir con el tránsito adyacente de los otros. | La geometría de la vía es un impacto en sí misma. De diseñarse una vía sin tomar en cuenta el ancho, la cantidad de canales necesarios o una cantidad menor de los canales que esa vía a futuro demandará, con radios de giro, por ejemplo, que impidan o dificulten el tránsito pesado, además de un ancho que permita el paso a un solo vehículo y en una sola dirección, la vía en el corto plazo quedará inutilizada, tanto en términos prácticos para su uso como en su posible desarrollo. | Una geometría inadecuada: a) Retrasa el tráfico. b) Impide el desarrollo de rutas y la colocación de paradas. c) Dificulta el tránsito del transporte público y, en consecuencia, impide la expansión o extensión de rutas. d) Es una potencial zona de accidentes. e) Configura un elemento aislador. |
| La ocupación vehicular | Se entiende como la cantidad de ocupantes por vehículo. En las ciudades desarrolladas el número de ocupantes por vehículo es menor o igual a 3. En Caracas, el mismo índice no supera 0,94. | En una ciudad de alta congestión de tránsito, una ocupación por vehículo igual o menor a 1 sugiere un alto volumen de vehículos circulando, aún más congestionante durante las horas pico. Igual que el factor hora pico, que la velocidad de diseño, que el porcentaje de tránsito pesado, el efecto sobre la vía se traduce en deterioro del nivel de servicio y el estado general de la vía. | Una baja ocupación por vehículo implica más vehículos en una vía, ejerciendo esta presencia un efecto retardante sobre la velocidad de circulación y consecuentemente sobre el nivel de servicio, lo que implica un efecto directo sobre la prestación del servicio, en particular durante las horas pico. |
| El comportamiento del usuario | Se entiende como la actitud cualitativa del usuario (tanto conductor como peatón) respecto del respeto a las normas, el respeto a los demás y su sentido de comprensión acerca de su pertenencia a un colectivo, que además comparte tanto espacios como servicios. | El impacto es múltiple. Los vehículos no se conducen solos y la gente transita tanto por sus vías naturales (aceras, estaciones) como por la vialidad vehicular, en momentos particulares. Un mal conductor o uno desprevenido, unido a un peatón anárquico, poco o nada respetuoso de la norma, se traduce en atrasos en la vía y en la proliferación del efecto "pare y siga". | El impacto también es múltiple. Un usuario que no respete las paradas, ni los cruces, ni los pasos peatonales, así como un transportista que actúa de su cuenta, sin la existencia de itinerarios, tampoco de rutas o paradas, escogiéndolas al azar o según su conveniencia, constituyen factores de retardo, incluso en sistemas viales no previstos para la prestación del servicio. |

En principio, es necesario ir al encuentro de la definición de *nivel de servicio*. Según Jorge Timaná Rojas, de la Universidad de Piura, Perú, se define como nivel de servicio a la medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular. Se describe como velocidad, tiempo de recorrido, libertad de maniobra y seguridad vial (Timana, 2004:3).

Para Hilario Itriago²¹, el nivel de servicio puede definirse como la situación de equilibrio entre el transporte y la vialidad. El nivel de servicio se obtiene al comparar la oferta vial (características físicas y operacionales de la vía) con la demanda de tránsito (volumen de vehículos que la utilizan).

Como se puede notar, el nivel de servicio, como magnitud de medición del comportamiento vial, cruza la velocidad, el tiempo, la maniobrabilidad y la seguridad en el recorrido del sistema; de allí su importancia para la definición de una situación de equilibrio-orden.

Los niveles de servicio, en términos de flujo de vehículos, velocidad de operación y tiempo de demora, medidos como porcentaje del tiempo de viaje, pueden apreciarse en el cuadro que se muestra a continuación.

Niveles de servicio, con indicación del flujo correspondiente a cada nivel, velocidad de operación y proporción de tiempo de demora

| Nivel de servicio | Flujo de vehículos | Velocidad de operación km/h | Tiempo de demora % |
|-------------------|---|-----------------------------|--------------------|
| A | Libre | 90 o más | 35 |
| B | Razonable | 80 | 50 |
| C | Razonable/estable | 70 | 65 |
| D | Inestable | 60 | 80 |
| E | Inestable/pequeña congestión | 40 | Mayor a 80 |
| F | Forzado/condición de “pare” y “siga” congestión | Menor a 40 | Mayor a 85 |

Fuente: Palma, R. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, Guatemala. Tomado de HCM, 2000.

²¹ Hilario Itriago Camejo es ingeniero civil egresado de la Universidad Central de Venezuela (1972). Fue director general sectorial de Vialidad Terrestre, del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (1989), parte del equipo asesor de las gobernaciones de Aragua, Carabobo, Miranda, Yaracuy y Falcón, en la creación de los institutos regionales de vialidad terrestre, surgidos con ocasión de la descentralización de las autopistas y su entrega a las entidades federales. Participó en los estudios para el proyecto de la autopista a Oriente y ha sido en sus treinta y nueve años de ejercicio profesional, un experto-asesor en el desarrollo de numerosos proyectos viales tanto en Venezuela como en el exterior.

A los fines de la definición de una situación de equilibrio-orden para la vialidad urbana en Caracas y en función de los niveles de servicio expuestos anteriormente, se considera que un sistema vial está en equilibrio cuando ha alcanzado el nivel D. Por convención, se considera que una vía funciona a capacidad cuando en la hora pico²² el nivel de servicio se ubica en D (Itriago, entrevista, 2008); por lo tanto, de ahí el argumento de considerar el nivel D como aquel donde el sistema ha adquirido un equilibrio sutil tal que un automóvil más o algún evento que produzca retraso en el flujo vehicular lo llevaría a una situación de inestabilidad.

En la determinación de una situación de equilibrio-orden para el transporte, el razonamiento conduce a pensar en las rutas, los itinerarios, los tipos de transporte, la cantidad de unidades y la geometría de la vía (ancho, cantidad de canales disponibles y radio de giro²³). Así, será definible una situación de equilibrio-orden para el transporte cuando –con rutas e itinerarios predefinidos, paradas obligatorias, unidades del tipo apropiado, capaces de maniobrar sin dificultad en una vía de geometría tal que satisfaga los radios de giro– las condiciones establecidas para un nivel de servicio D, en las horas pico, puedan mantenerse estables.

El flujo producto de los vehículos de uso particular (sea de transporte o uso personal), adicionado al transporte público, debe producir entropía cero en lo que respecta al nivel de servicio D. La probabilidad de salir de la situación de equilibrio, esto es, de acumular entropía para iniciar el camino fuera del orden, estará asociada a situaciones extremas, tales como accidentes viales surgidos de averías o colisiones, o acaso el daño físico a un peatón, sea por atropellamiento o accidentes de otra naturaleza. En todo caso, la remoción de los vehículos o el remedio a la situación irregular debe conducir al sistema a su situación original de equilibrio-orden; en términos concretos, al nivel de servicio D.

Vista la determinación de las situaciones de equilibrio-orden, tanto para el Subsistema de Vialidad Urbana como para el Subsistema de Transporte, pasemos a considerar a Caracas, la congestión de tráfico y sus cinco décadas de acumulación

²² En el *Manual de Vialidad Urbana*, se define *hora pico* "... a la hora o las horas del día que presentan el volumen más alto de viajes. En la práctica, se habla de una hora pico de la mañana o de la tarde" (República de Venezuela, Ministerio de Desarrollo, Urbano, Resolución N° 82, 11 de diciembre de 1981).

²³ En el mismo manual, citado con anterioridad, se define *radio de giro* como "El radio de la trayectoria mínima descrita por la parte exterior de la llanta, en la rueda frontal externa de un vehículo, al girar" (República de Venezuela, Ministerio de Desarrollo Urbano, Resolución N° 82, 11 de diciembre de 1981).

de entropía, vale decir, procedamos a la construcción de un *devenir*²⁴ para Caracas, bajo el influjo de la congestión de tráfico como problema público.

CARACAS, LA MEDICIÓN DE LA REALIDAD. LOS RESULTADOS. LAS ESTRUCTURAS DISIPATIVAS Y LOS ATRACTORES. LAS POSIBLES BIFURCACIONES. ¿UNA POLÍTICA PÚBLICA INTEGRAL PARA ATENUAR LA ENTROPÍA?

Para 1958, Caracas se abre hacia una realidad distintiva, caracterizada por el uso intensivo y extensivo del automóvil, condicionada además por la fortalecida identidad petrolera venezolana. Coincide esa situación material con el advenimiento de la democracia de partidos, nuevas formas de participación política y su aparejada relación clientelar. Sin embargo, en la primera década en observación (1958-1968) no pueden considerarse radicales los cambios en materia de vialidad y transporte en Caracas. La disciplina en el tránsito, la disponibilidad y construcción de vías, los usos de los vehículos, los niveles de servicio, la organización y propiedad, tanto del transporte público como de los vehículos privados, acusan escasa variabilidad respecto de lo ocurrido en la década inmediatamente anterior. Al respecto, Blanca Rivero acota que no obstante haberse construido en la ciudad capital, entre los años 1951 y 1959, edificaciones de alto valor arquitectónico y de variadas tendencias, buscando ejemplificar lo actual como, por ejemplo, la sede de la petrolera Mobil Oil Company (1955), el Centro Comercial Cada, en la urbanización Las Mercedes (1956), el edificio Easo, en la urbanización Chacaíto y la sede de La Electricidad de Caracas (1953), en San Bernardino, junto a la Torre Polar (1954) en la plaza Venezuela, es notable la ausencia de inversión en vías expresas, salvo aquellas relativas a las grandes avenidas en las urbanizaciones nacientes en el noreste y suroeste de la ciudad²⁵. Citando una vez más a Guillermo José Schaell, para 1968 y a pesar de haberse invertido en la ciudad cerca de dos mil millones de bolívares de

²⁴ Durante todo el trabajo hemos estado escribiendo este vocablo en cursivas, a los fines de su distinción. Ocurre que *tiempo* y *devenir* constituyen las referencias cardinales de la teoría del caos. En primer término, la *flecha del tiempo* condiciona todos los procesos irreversibles. Los sistemas complejos enfrentan su evolución por efecto de la entropía, vale decir, su *devenir*. Los cambios en las ciudades, como sistemas complejos, configuran un proceso irreversible: nunca una ciudad vuelve en el tiempo a lo que fue; es posible que logre reconstruirse pero, aun así, es solo réplica de lo que fue. El conjunto de las modificaciones, cambios y vivencias de una ciudad prefigura su *devenir*.

²⁵ Rivero, B. (2009). Caracas: un museo. Espacios anónimos y memoria pública. [publicación en línea]. Disponible desde internet en: <http://av.celarg.org.ve/Recomendaciones/BlancaRivero2.htm>. [con acceso el 9 de mayo de 2011].

entonces en desarrollar la red vial (una cifra cercana a los quinientos millones de dólares al cambio oficial de ese tiempo), ofrecía apenas 26% de vías expresas, en relación con la totalidad de la vialidad disponible (Schaell, 1996:184). Así, es posible observar entonces en ese período:

a) Que los niveles de servicio²⁶ operan entre A y C, tanto para las vías arteriales y expresas como para las colectoras y locales.

b) Los vehículos automotores son de uso particular o, a lo sumo, deportivo.

c) El transporte público está en manos del Estado y el transporte privado existente, sujeto a las mismas restricciones de paradas, diseños de rutas e itinerarios creados por y para el transporte público, en manos de la nación.

Cuando hace su entrada la segunda década, esto es, 1968-1978, Caracas se encuentra en el epicentro del llamado “boom petrolero de los setenta”, operándose allí los cambios que se reflejan a continuación:

a) El nivel de servicio comienza a cambiar en las vías arteriales, pasando en las horas pico de C a D y las horas no pico, de B a C.

b) La propiedad de transporte público inicia su desplazamiento a manos privadas, esto es, prolifera el llamado “carro por puesto”, llegando a incorporarse en el camino la camioneta tipo Van, en tal condición. Aumenta el crecimiento de las empresas de transporte colectivo en manos privadas, ante la imposibilidad del Estado de dar respuestas rápidas y adecuadas a la creciente demanda en este sector, que se transforma en una arena conveniente tanto para la pugna interpartidaria como para el clientelismo electoral.

c) Al ser la entonces autopista del Este (luego Francisco Fajardo) además de sistema vial expreso de Caracas, troncal del Sistema Vial Oriente-Centro-Occidente, se transforma en un paso obligado de todo el tráfico pesado con origen en el oriente del país y destino a la región centro-norte costera, además de la centrooccidental,

²⁶ El nivel de servicio, como parámetro de medición, aún no existía para ese período; sin embargo, se hace uso de la misma referencia para mantener la consistencia en el análisis en el contexto del presente trabajo. Una aproximación científica formal requeriría la realización de investigaciones documentales al respecto, para determinar un aproximado nivel de servicio en las vías clasificadas con arreglo al *Manual de Vialidad Urbana*, lo cual excede la posibilidad física de este trabajo, en términos de tiempo, capacidad y extensión.

lo que implica un incremento del tráfico por esta vía, en particular de camiones y gandolas²⁷.

d) Se mantienen predefinidas las rutas y paradas de autobuses, tanto como las de taxis; no así las de los llamados carros por puesto, que escogen rutas y paradas a conveniencia, tanto de los propietarios y los usuarios, como de los partidos políticos en su búsqueda de capital electoral.

e) La necesidad de agregar agilidad al correo interno en la ciudad, básicamente por ineficacia del servicio convencional prestado por el Estado, hace aparecer la figura del “motorizado²⁸ con moto propia” que realiza la función de mensajería, tanto para el Gobierno Nacional como para la empresa privada, en particular aquella del sector bancario.

En la tercera y cuarta décadas, es decir, entre 1978 y 1998, se operan cambios más profundos, aumentando la velocidad hacia el des-orden respecto de la situación inicial de equilibrio-orden previamente definida. De esta manera:

a) Los niveles de servicio caen a F en sistemas arteriales y las colectoras viajan de D a E. Comienzan a desdibujarse los usos de las vialidades urbanas, junto a una creciente explotación en la industria de la construcción, sin sujeciones en el otorgamiento de permisos para la fabricación de inmuebles. A pesar de la existencia de las oficinas de planeamiento urbano, la construcción sin orden ni concierto continúa, haciendo derivar funcionalmente vías que deberían operar como locales, con geometría y velocidad de diseño para esos fines, en vías colectoras y hasta arteriales.

b) El transporte público superficial (en casi su totalidad) pasa a manos privadas, concretamente en una suerte de “conductor-propietario-definidor de ruta propia”, que convierte espacios viales en terminales exclusivos, sin el diseño ni la adaptación para esos fines, afectando no solo las geometrías naturales de las vías, sino también el radio de giro en intersecciones de vías locales.

c) Hace su aparición el sistema metro y acaso con él la esperanza de aportar a la creciente búsqueda de soluciones de emergencia, tanto al tráfico vehicular como

²⁷ Denominación coloquial venezolana para las unidades de transporte de carga de gran tonelaje.

²⁸ Se denomina de este modo en Venezuela al conductor de una motocicleta, que en otras naciones de habla hispana se conoce como motoristas de ciclomotores.

al transporte público de pasajeros, una opción novedosa y rápida en un contexto que acusa rasgos problemáticos en el tiempo por venir. Del mismo modo y en el mismo período, nacen, crecen, se reproducen y casi mueren, las llamadas estructuras elevadas de emergencia o puentes elevados, comúnmente conocidos como “elevados”. Los “elevados” (cuyo eslogan de campaña publicitaria entonces resulta una declaración verbal de la intención de su construcción, a saber, “la solución por arriba a un problema por debajo”) se proyectaron y construyeron para ayudar a la descongestión de los sistemas viales arteriales (como ejemplos las avenidas Francisco de Miranda, principal de Las Mercedes y Nueva Granada), algunos de los cuales, en el pasado, habían sido diseñados como vialidad local. El cambio forzado de los usos urbanos, de residencial a comercial, obliga a la improvisación de sistemas viales sobre estructuras y calidad de carpetas de rodamiento²⁹ previstas para agotamientos menores. El “hueco” se hace “emblema”, adquiriendo identidad política, cuya presencia se orienta a la crítica de la gestión pública y, en lo estrictamente físico, termina afectando el uso de la vialidad; consecuentemente, el nivel de servicio, al propiciar el efecto de “pare y siga”³⁰.

d) Aparece en escena, desplazando al carro por puesto y a la Van (buseta), una suerte de autobús intermedio (entre autobús, buseta y carro por puesto) inspirado en un modelo del Brasil de la marca comercial Caio: el llamado “minibús”. El Gobierno, en particular los gobiernos del Distrito Federal y la municipalidad de Caracas, hacen intentos por capitalizar el papel del Estado en la prestación del servicio y son importados al país grandes autobuses europeos (ingleses de la marca Leyland y rusos de la marca Ikarus), algunos de ellos articulados. La geometría vial, en particular los radios de giro y el escaso o totalmente ausente mantenimiento preventivo de las unidades, dan al traste con esos esfuerzos en el muy corto plazo.

²⁹ Se denomina “carpetas de rodamiento” a la superficie sobre la cual se desplaza el transporte automotor, pudiendo ser esta de tipo asfáltico o de concreto, según sea el material con la cual se la construya. La denominación resulta de la castellanización del vocablo en inglés *carpet*, que en uno de sus significados pudiera traducirse como *alfombra*.

³⁰ Por efecto, “pare y siga” se entiende, en ingeniería vial y de tráfico, al momento en que el conductor en velocidad y fluido normal es detenido momentáneamente por un obstáculo u ocurrencia no prevista en la vía. Así, por ejemplo, cuando un transporte público se detiene de manera intempestiva y en un lugar de la vialidad no previsto para ello, a recoger o dejar un pasajero (caso busetas en Caracas), el efecto que produce (cada vez que lo hace) sobre el resto de los conductores es el de “pararse”, esperar el paso de la ocurrencia y luego “seguir”. Empíricamente es deducible que el efecto reiterado de “pare y siga” genera, finalmente, congestión de tráfico a lo largo de vías con alto flujo vehicular.

e) El advenimiento del neoliberalismo en la década de los noventa, y con él la minimización del papel del Estado, termina con la escasa participación pública en el transporte superficial y para cuando el período termina, la totalidad del transporte público de superficie está en manos de ese conductor-propietario-definidor de ruta propia, quien se instala en cualquier corredor vial donde el Gobierno municipal de turno le otorgase el permiso correspondiente.

f) Finalmente, el motorizado con moto propia ya ha abierto una brecha y se consolida como estructura disipativa, cuyo origen, comportamiento y efecto sobre el sistema Caracas se tratará más adelante.

Para la quinta década, es decir, aquella comprendida entre 1998 y 2008, la situación de los subsistemas en referencia ha alcanzado un alto nivel de entropía (en relación con la situación de equilibrio definida previamente), caracterizada por:

a) Niveles de servicio en F para los sistemas arterial, colector y expreso; disolución de la definición de los sistemas, toda vez que vías locales han mudado definitivamente a colectoras (por ejemplo, cuarta y quinta avenidas de la urbanización Campo Claro con avenida principal de la urbanización Los Ruices) y vías expresas que actúan en las horas pico como arteriales (autopista Francisco Fajardo, sectores de Caricuao en sus dos sentidos; sector Prados del Este; troncal principal, desde el empalme con la autopista Petare-Guarenas, hasta las variantes centro y El Valle, en sentido oeste; sector El Valle-Coche en empalme con la urbanización Santa Mónica, en sentido suroeste-este). Tránsito pesado con circulación diaria, sin atender a horarios especiales, en vías locales, planificadas y construidas para tales fines, esto es, con geometrías viales previstas para uso local (ancho de vía y canales, en particular los radios de giro como, por ejemplo, la avenida Milán de la urbanización Los Ruices Sur, las calles A y B en Los Molinos de la urbanización San Martín) que ven reducida su capacidad de circulación en 50%, aunado al comercio informal instalado como obstáculo (avenida Sucre de Catia, final avenida Francisco de Miranda, redoma de Petare), más el uso de las áreas de adelantamiento como estacionamiento de vehículos particulares, situación que se repite invariablemente, especialmente en las áreas peatonales de los usos urbanos (como en los casos del bulevar de la urbanización El Cafetal y las calles 1, 2 y 3 de la urbanización Los Flores de Catia).

b) El transporte público en manos de ese conductor-propietario-definidor de su propia ruta, quien decide cómo, cuándo y dónde se presta el servicio. La

presencia del Estado existe solo en el caso del transporte superficial como parte del Sistema Metro, el único servicio de tal naturaleza en la ciudad con rutas diseñadas, paradas obligatorias e itinerarios fijos que, sin embargo, ha visto invadidas sus bocas de estaciones por comerciantes ambulantes, en adición a los terminales de los conductores-propietarios de minibuses, quienes han convertido también vías locales en suerte de colectoras, con una reducción hasta del 60% de la velocidad de circulación, así como de la capacidad de la vía (por ejemplo, avenida principal de la urbanización El Rosal con urbanización Chacaíto, estación Chacaíto del Sistema Metro; intersección de la prolongación norte de la avenida La Carlota, con estación del Sistema Metro en Los Dos Caminos, salida norte); servicios de radiotaxis con paradas indefinidas, además de los mensajeros motorizados y una nueva modalidad de transporte público en motocicleta (la mototaxi), surgida y masificada en el bienio 2006-2008.

c) Finalmente, un conductor y un peatón habituados al incumplimiento de las normas³¹, acaso más por desconocimiento y falta de interés de la autoridad pública por aplicar sanciones. La autoridad municipal, que pareciese estar más preocupada por su situación en la pugna interpartidaria, demuestra cotidianamente no ser competente para el tratamiento del problema. Con soluciones aisladas (como el caso actual de Trans-Chacao) sin coordinación con otras municipalidades, que poco o nada hacen al respecto, la participación del Estado como prestatario del servicio, más allá del Sistema Metro, es inexistente en el transporte público superficial.

El Sistema Caracas se encuentra entonces hoy en niveles de alta concentración de entropía, producida por las variables identificadas y que lo han colocado más allá de la situación de equilibrio predefinida. Esta concentración de entropía ha promovido la creación de *atractores de ciclo límite* y *estructuras disipativas*, tema que abordaremos seguidamente.

Es importante comenzar este punto exponiendo tanto la definición de *atractor de ciclo límite* como aquella correspondiente a la *estructura disipativa*. En el

³¹ En mediciones hechas por quien estas líneas escribe (en el contexto de la realización del trabajo especial de grado para optar al título de especialista en Gobierno y Políticas Públicas, en el CEP-FCJP-UCV y titulado “La congestión de tráfico en Caracas. Problema público y perspectiva interdisciplinaria”) durante el mes de enero del año 2011, específicamente en la intersección de la avenida Milán, de la urbanización Los Ruices Sur, con la prolongación de la avenida Río de Janeiro, en la urbanización Chuao, se verificaron, en un período de 15 minutos, 20 infracciones de tránsito, es decir, más de una infracción de tránsito por minuto (1,33). En ninguna de las infracciones, en cuanto detección y sanción de los transgresores, hubo intervención de la autoridad competente.

contexto de la teoría del caos, se entiende por *atractor de ciclo límite* a una región del espacio de fases³² del sistema, donde, de manera cíclica, esto es, luego de cumplido un ciclo consuetudinario, el sistema invariablemente regresa. En otro orden de ideas, se define a la *estructura disipativa* como aquella estructura interna del sistema que se forma alejada del equilibrio natural producto de la acumulación de entropía en el entorno de un sector particular y que se mantiene “viva” gracias al flujo constante de energía que recibe, pero que en su interior debe tratar de disiparla constantemente para garantizar su supervivencia (Briggs y Peat, 2005b:183). El *vórtice* en una corriente de agua, ejemplifica gráficamente a la estructura disipativa. Causado por dos corrientes encontradas, se mantiene “vivo” en la medida en que exista corriente turbulenta. Fenece si una de las corrientes cesa o la turbulencia aumenta en tal grado que supera al vórtice. El vórtice se mantiene vivo a lo interno si logra disipar la energía que lo forma; a lo externo, si la entropía no lo supera, las estructuras disipativas se forman en situaciones sobrecargadas de entropía. No se forma un vórtice en un plácido estanque (Briggs y Peat, 2005b:183).

El movimiento del transporte, así como el uso de la vialidad, están asociados directamente a la *generación de viajes* y su correspondiente *generación de tránsito*. Ambas categorías responden a definiciones formales establecidas en el *Manual de Vialidad Urbana*, editado mediante resolución por el Ministerio de Desarrollo Urbano, en el año 1981 y aún vigente como fuente de consulta en materia de vialidad y transporte. Por *generación de viajes* –el texto en referencia afirma– se entiende el proceso de determinación del número de viajes (frecuentemente asociados a la forma de viajar y al propósito y objetivo del viaje) que una unidad puede producir o atraer. La generación puede referirse a unidades socioeconómicas (familias) o a unidades de superficie o a unidades geográficas (zonas) (República de Venezuela, Ministerio de Desarrollo Urbano, Resolución N° 82, 11 de diciembre de 1981).

Por *generación de tránsito* –afirma el mismo manual– se trata de los elementos capaces de producir o atraer viajes (personas o vehículos). Se habla de generaciones

³² Por “espacio de fases” se entiende el “mapa del sistema”, vale decir, los diferentes espacios del sistema en su evolución, por efecto de la acumulación de entropía. Un atractor de ciclo límite en un espacio de fases de un sistema con ciclos consuetudinarios, aun sujeto a inestabilidades recurrentes, hace que en esa parte el sistema siempre regrese allí una vez cumplido el ciclo consuetudinario correspondiente. Un péndulo sujeto a las variaciones del medio ambiente, por ejemplo, con independencia de las elongaciones que experimente hacia uno u otro lado, al cesar las circunstancias que inducen su movimiento, siempre regresará al punto más bajo cumplido su ciclo pendular, lugar que funciona como el atractor de ciclo límite del péndulo (Briggs y Peat, 2005b:32).

de viajes para definir el extremo residencial de un viaje de tal naturaleza o el origen de un viaje no residencial. Se dice que una actividad genera tránsito cuando se hace uso de vehículos en conexión con ella (República de Venezuela, Ministerio de Desarrollo Urbano, Resolución N° 82, 11 de diciembre de 1981).

Con arreglo, entonces, a la aplicación de la definición de *atractor* y en la misma dimensión, aquellas relativas a la *generación de tránsito y viajes* se definen como *atractores de ciclo límite* en la vialidad y el transporte en el Sistema Caracas a *los usos urbanos*, en particular, el uso residencial y el uso comercial, traducidos estos en las grandes zonas residenciales, con independencia de la clasificación socioeconómica y, por otra parte, a *los centros comerciales*, con independencia también de su ubicación y tamaño. La escogencia de tales atractores, se reitera, está circunscrita a los usos *per se*, con abstracción de cualquier otro razonamiento de carácter ideológico, político o social.

El uso comercial y en particular el centro comercial, aparte de ser un generador de viajes, es también un generador de tránsito, actuando en consecuencia como una suerte de zona en el espacio de fases del Sistema Caracas, donde, invariablemente, una parte del sistema siempre regresa, especialmente los subsistemas de Vialidad y Transporte. Todo usuario o conductor tiene algún propósito para viajar a un centro comercial, propósitos que van más allá de la adquisición de bienes y/o servicios. Ante la observación empírica de que Caracas pareciese no disponer de suficientes lugares de esparcimiento para el público en general, el solo paseo por el centro comercial supone una forma generalmente asequible a todo público para lograr algún tipo de disfrute en familia. De modo que la generación de viajes y de tránsito en el entorno de los centros comerciales (en especial en aquellos que gozan de largos períodos modales) los convierte en atractores naturales de los subsistemas en estudio.

La categoría de *ciclo límite* se la otorga como atractor (al centro comercial) la naturaleza misma del sistema capitalista. Como la evidencia empírica pareciese sugerir, Caracas es una ciudad que rinde culto al gasto, la apariencia y los símbolos externos del éxito material; en tal sentido, pareciese siempre regresar (por amplia que pareciese ser la elongación político-ideológica hacia uno u otro extremo) a su punto focal, luego de concluido cada ciclo económico-político. Así, por ejemplo, aun en los peores momentos posteriores al sabotaje comercial de 2002, los usuarios del transporte, el transporte mismo, los conductores particulares en sus vehículos y la construcción de variantes viales de acceso controlado continuaron siendo

absorbidos por los vórtices de los centros comerciales. Hoy, en lo que se supone constituye la era de la transición hacia el socialismo, los centros comerciales siguen siendo origen y destino de viajes en la ciudad capital.

El otro atractor lo constituye *la zona de habitación*; en términos de usos urbanos: *el uso residencial*. Sea de la ubicación geográfica que sea, el viaje por excelencia en la ciudad de Caracas se verifica cotidianamente de la zona residencial a la zona residencial. Un caso concreto lo ejemplifica Hilario Itriago (Itriago, entrevista, 2008) al afirmar que en Caracas los usos urbanos (residencias, comercios, oficinas, industrias) están concentrados en forma pura, es decir, no están mezclados y, en consecuencia, el atractor más importante es el uso residencial que, en el caso de los viajes de vehículos particulares, tiene su origen o destino básicamente en el este-sureste de la ciudad.

La topografía de la ciudad (un valle longitudinal) implica la concentración de horas pico entre las cinco de la mañana hasta cerca de las diez de la mañana, en sentido este-oeste, sureste-oeste, sureste-noreste y, en los mismos puntos cardinales, desde las cinco de la tarde hasta cerca de las nueve de la noche (Itriago, entrevista, 2008). Se asemeja mucho al movimiento pendular, cuyo límite es siempre el nivel más bajo del péndulo. Así parece comportarse Caracas; por ello el uso residencial representa ese lugar en el espacio de fases, donde finalizado, en cada parte del día, el ciclo de generación de viajes y tránsito, el sistema invariablemente regresa.

En cuanto a las estructuras disipativas, Caracas ofrece hallazgos relevantes. Particularmente en el contexto de este trabajo, en Caracas pueden categorizarse como estructuras disipativas:

- a) Los conductores-propietarios-definidores de su propia ruta
- b) Los *motorizados*, en particular los mensajeros motorizados y los mototaxistas
- c) Los vendedores ambulantes en las vías expresas

Con independencia de las abstracciones sociológicas que puedan hacerse, al tratarse de grupos humanos, la argumentación utilizada aquí estará concretamente referida a la concentración de entropía que dio origen y sostiene *vivas* a estas estructuras.

Previamente, en particular cuando se abordó el tema del viaje de Caracas de la situación de equilibrio-orden al des-orden, uno de los aspectos expuestos fue el desplazamiento del Estado como proveedor del servicio público de transporte, por empresarios privados prestatarios del servicio, inicialmente en calidad de propietarios de líneas de autobuses con conductores como empleados a sueldo fijo, pasando a una forma de propiedad compartida con ellos, para terminar en esa suerte de conductor dueño no solo del vehículo, sino también de la decisión de a qué ruta servir, cuándo y en qué condiciones. Esta evolución parece haberse debido, entre otras circunstancias, a la incapacidad reiterada del Estado para dar respuestas oportunas al problema de la demanda creciente del servicio, ante el incremento cada vez más acentuado (en especial, cuando comienza la migración del campo a la ciudad) de la demanda de transporte. La entropía que causaba la presión del usuario, como parte interactuante del subsistema de transporte, así como la falta de inversión vial, que produjo la transmutación de vías locales en colectoras y colectoras en arteriales, con geometrías viales más pensadas y creadas para vehículos livianos, permitió la incorporación de toda clase de medios de transporte a la prestación del servicio. De ahí la transición del carro por puesto, a la buseta y de ahí al mini o microbús. Por otra parte, una demanda también creciente por empleo formal, en una ciudad con limitaciones para proporcionarlo, en el contexto de una economía minera con afición en el corto plazo y la emergencia sistemática bajo el reino del “operativo”, pareciera también haber hecho presión sobre esta forma de generación de ingresos, convirtiendo el transporte colectivo en oficio de ocasión. Al no cesar esta presión entrópica natural y al convertirse luego en excelente oportunidad para negociar espacios de poder político, las líneas de conductores-propietarios fueron imponiendo sus propias prácticas, invadiendo la vialidad con estaciones y/o terminales improvisados, sin diseño o consejo técnico para su instalación y ante la mirada complaciente de una autoridad cómplice, o bien por interés pecuniario o bien por interés partidario. Estas “instalaciones” de ocasión, nacidas por “generación espontánea”, así como sus rutas “flexibles”, que obedecen más a un interés personal (el carro y la ruta generan el ingreso familiar) que una real necesidad de servicio, se han aposentado en vías locales y colectoras, sin la velocidad de diseño ni la geometría vial para absorber esas líneas, con el consecuente aporte de entropía sobre el tránsito y, adicionalmente, sobre el nivel de servicio y la capacidad vial.

De este manera, es posible advertir cómo la acumulación de entropía en zonas del sistema más allá del equilibrio da vida a estos conductores-propietarios como estructura disipativa, y mientras persista la entropía continuará existiendo

este vórtice. En consecuencia, se estima también que cada vez que puedan, harán presión sobre el sistema para continuar la generación de entropía que les permita seguir subsistiendo.

Es posible presumir también que cualquier esfuerzo que el Estado haga, en términos de la definición de políticas públicas de mediano y largo aliento, para disminuir la entropía al interior del sistema, mejorando el transporte, transfiriendo su prestación al ámbito público, es factible que sea sabotado por estos conductores, por lo que cualquier solución, materializada en una política pública integral, pasa por su incorporación como actores en el juego de poder.

La evidencia empírica sugiere que la otra estructura disipativa producto de la acumulación de entropía, en este caso producida por la presión de los usuarios sobre un servicio de correos ineficiente, aunada a la necesidad de rapidez, nacida a su vez de la velocidad transaccional impuesta por los tiempos, es el mensajero motorizado. Frente a un nivel de servicio instalándose en umbrales más allá de F, capacidades viales disminuidas tanto por la demanda como por el lógico deterioro, en adición a la conducta organizacional de los conductores-propietarios y la creciente cantidad de vehículos particulares (además de la exigencia por alcanzar lo urgente impuesta por los tiempos) la solución pareciera estarse configurando en el uso (hoy abuso) de otras formas de vehículos automotores. La motocicleta o moto, como comúnmente se le conoce, y su tripulante, el motorizado, viene a cumplir este papel. Con comienzos modestos, especialmente en la administración pública y la banca, hoy se ha constituido en instrumento casi imprescindible en el envío de documentos y realización de todo tipo de encomiendas, en todos los ámbitos de la ciudad que produzcan, generen o requieran alguna clase de gestión. Esta estructura ha ido creciendo en la medida en que la entropía producida por las otras variables ha ido en aumento, en particular el tránsito automotor durante las horas pico. Se han adicionado a este grupo los motorizados que usan esta clase de vehículo como transporte personal y una versión de reciente data: los mototaxistas.

En la misma secuencia de razonamientos utilizada previamente, resulta admisible presumir que, mientras persistan las variables que producen entropía al interior del sistema, los motorizados subsistirán como estructura disipativa. Al respecto nos hizo saber Hilario Itriago (entrevista, 2008) que mientras nosotros (en Caracas) no logremos tener una infraestructura vial acorde con la demanda y que la demanda haga un uso racional de la vialidad, los motorizados seguirán existiendo.

La tercera estructura disipativa, en crecimiento particularmente en los últimos años y durante las horas pico (la evidencia empírica pareciera estarlo sugiriendo), está constituida por una versión de comerciante ambulante en vías expresas, que como consecuencia de la congestión de tráfico experimentada allí (que las ha lanzado, como ya se dijo anteriormente, a niveles más allá de F) se ha instalado para el ofrecimiento y venta de mercancías de ocasión. Así, organizados en cooperativas, ofrecen bebidas gaseosas, café, golosinas, libros, CD, juguetes, flores y accesorios para teléfonos celulares, toda mercancía de fácil transporte y acarreo.

Empíricamente puede percibirse que esta estructura está en pleno crecimiento y mientras persista la acumulación de entropía (y la congestión de tráfico como respuesta material) es posible también presumir que subsistirá en el tiempo.

A MODO DE CONCLUSIÓN. ¿HACIA DÓNDE VA CARACAS?

Desde los inicios del presente trabajo se ha demostrado que las ciudades son sistemas abiertos y complejos, siendo por consecuencia susceptibles de ser examinadas a la luz de las previsiones conceptuales de la teoría del caos.

En tal sentido, se definió a Caracas como sistema, identificando algunos de los subsistemas que la constituyen, escogiendo para su análisis particular a los subsistemas de Vialidad y Transporte. Entrambos se pudo constatar existe una relación de mutua dependencia, donde la intersección de los dos supone la existencia de partes comunes, que en su propia dinámica pueden crear fricciones, capaces de desestabilizar el sistema (tanto a ellos en sí mismos como aquel de mayor nivel), sacándolo de su situación de equilibrio-orden y conduciéndolo a una senda de des-orden-caos.

Así, se definieron como partes comunes a ambos sistemas la infraestructura, la tecnología y los usuarios. Luego se procedió a la identificación de las partes interactuantes, las variables perturbadoras y el impacto que tales variables tienen en su accionar sobre el sistema.

Al aplicar el método planteado sobre el Sistema Caracas, se pudo vislumbrar, en un período de 50 años comprendidos desde 1958 al año 2008, cómo la ciudad ha ido acumulando entropía suficiente para salir de una situación de equilibrio-orden predefinida en términos técnicos desde el punto de vista de la vialidad y el

transporte, hasta llegar a un nivel de des-orden tal que podría alcanzar (en el caos) el umbral de inestabilidad, en una situación caracterizada por:

a) Alto nivel de congestión de tránsito, producto del abuso de la vialidad en términos de su geometría, usos y tratamiento adecuado de la demanda, así como el hipercrecimiento del parque vehicular respecto de la capacidad vial.

b) Comportamiento de usuarios, tanto peatones como conductores, dominado por la inobservancia de la norma jurídica.

c) Autoridad pública ausente, tanto en la aplicación sistemática de las sanciones al infractor como en la elaboración de políticas públicas de largo aliento, más allá de la emergencia y el operativo.

d) El transporte público en manos de un sector privado individual, que maneja el servicio más en atención a sus intereses personales y pecuniarios que en función de los requerimientos del servicio.

e) Falta de inversión vial, así como de mantenimiento planificado en el tiempo (más allá del operativo de ocasión) de la infraestructura existente.

De la exposición anterior y en atención a las previsiones conceptuales de la teoría del caos, resulta posible presumir que el Sistema Caracas, en relación con el comportamiento de los subsistemas de Vialidad y Transporte, se está acercando a una situación de bifurcación, pudiendo derivar hacia uno de dos sistemas:

a) Un sistema en que el caos vehicular conduzca a la reducción del tiempo productivo por unidad hombre, al detenerse físicamente el tránsito en automóviles, con el consecuente fortalecimiento de las estructuras disipativas (motorizados y transportistas propietarios) y, en consecuencia, un copamiento del sistema por las propias estructuras, esto es, la nueva situación de equilibrio-orden podría estar configurada por las estructuras disipativas del sistema anterior, ahora convertidas en estructuras formales de la nueva situación.

b) Un sistema en que la acción coordinada del Estado como un todo (Estado nacional, estatal y municipal) conjure mediante políticas públicas negociadas con todos los actores (incluso, las estructuras disipativas) los impactos de las variables

que, tanto exógenas como endógenas, resulta complejo eludir debido a su naturaleza intrínseca al funcionamiento de ambos subsistemas y que al propio tiempo traen como consecuencia la congestión de tránsito como manifestación material de la acumulación de entropía. Esta acción conjunta podría conducir al sistema, al menos en el mediano plazo, hacia una nueva situación de equilibrio-orden, cuya naturaleza exacta no es posible predecir, pero que no sería en ningún caso igual a aquella de donde partió (pero, con certeza, cualitativamente distinta a la que se encamina, de continuar por la senda que hoy transita) al ser el devenir del sistema y, por consiguiente, su evolución, un proceso irreversible sujeto a la inexorabilidad de la flecha del tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR VILLANUEVA, L. (1995). *La hechura de las políticas públicas*. México: Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa.

ANTEQUERA, J. (2005). El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos. www.eumed.net/libros/2005/JA-Sost.

BERTALANFFY, L. (2009). *Teoría general de los sistemas*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.

BORJA, J. y CASTELLS, M. (1998). *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. Barcelona: Editorial Taurus.

BRANS, J.; STENGERS, I. Y VINKE, P. (2000). *Iliya Prigogine: el tiempo y el devenir*. Barcelona: Gedisa.

BRIGGS, J. y PEAT, D. (2005a). *A través del maravilloso espejo del universo*. Barcelona: Editorial Gedisa.

BRIGGS, J. y PEAT, D. (2005b). *Espejo y reflejo: del caos al orden*. Barcelona: Editorial Gedisa.

CAPRA, F. (1992). *El punto crucial. Ciencia, sociedad y cultura naciente*. Barcelona: Editorial Estaciones.

CASTELLANOS BOHÓRQUEZ, H. (2004). *Planificación: herramientas para enfrentar la complejidad, la incertidumbre y el conflicto*. Caracas: UCV-Cendes.

DERY, D. (1984). *Problem definition and policy analysis*. Jerusalem: Hebrew University Publications.

DUNN, W. (1994). *Public and policy analysis. An introduction*. New Jersey: Prentice Hall.

GARCÍA, R. (2008). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Editorial Gedisa.

GARCÍA, R. (2009). ¿Por qué los caraqueños se consumen en las horas de cola? Caracas. Disponible en: <http://gentedeapie.com/caracas-2-millones-200-mil-carros-trafico/>

IZQUIERDO, L. y otros (2008). “Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y dinámica de sistemas”. *Empiria, Revista de Metodología de Ciencias Sociales de la Universidad de Burgos*, vol. 1, 16:91.

LAZSLO, E. (1997). *La gran bifurcación*. Barcelona: Editorial Gedisa.

LÓPEZ, J. (2007). *Planificación y gestión pública*. Caracas: UCV-Cendes.

PALMA, R. (2006). Aplicación del Manual de Capacidad de Carreteras HCM, versión 2000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_7519.pdf

PARSONS, W. (1998). *Políticas públicas. Una introducción a la teoría y análisis de políticas públicas*. México: Editorial Flacso.

PRIGOGINE, I. (2004). *Las leyes del caos*. Barcelona: Editorial Crítica.

RIVERO, B. (2009). Caracas: un museo. Espacios anónimos y memoria pública. Caracas. Disponible en: <http://av.celarg.org.ve/Recomendaciones/BlancaRivero2.htm>

SCHAEFF, G.J. (1996). *Caracas, la ciudad que no vuelve*. Caracas: Armitano Editores.

THOMSON, I. y BULL, A. (2001). *La congestión de tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. Manuales para el desarrollo*. Serie de Recursos Naturales e Infraestructura n° 25. Santiago de Chile: Cepal.

TIMANÁ, J. (2004). *Capacidad vial y nivel de servicio*. Lima: Publicaciones de la Universidad de Piura.