

Sostenibilidad urbana y transición energética: un desafío institucional

ARMANDO PAÉZ GARCÍA

■ **Introducción**

- Energía, sociedad y urbanización
- Energía, sostenibilidad y gestión urbana
- Urbanismo y energética urbana
- Gestión urbano-energética
- La dimensión institucional de la gestión urbano-energética en México
- Conclusiones y recomendaciones
- Bibliografía
- Siglas y símbolos
- Anexos

1 Introducción

■ La problemática

El cenit de la producción petrolera

Los conceptos de sostenibilidad¹ urbana y transición energética suelen relacionarse con la búsqueda y gestión de alternativas para superar la crisis ambiental, se propone planificar las ciudades con criterios ecológicos y usar fuentes de energía diferentes a los combustibles de origen fósil para, entre otros propósitos, disminuir la emisión antropogénica de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero con el fin de evitar un cambio climático global consecuencia del aumento de la temperatura.

El uso de esos conceptos en esta tesis no responde a esa lógica. Si bien la teoría del calentamiento global sostenida por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es cuestionada por algunos científicos,² la necesidad de gestionar la sostenibilidad urbana y de instrumentar una transición energética que disminuya e incluso corte el consumo de hidrocarburos y carbón se propone desde otro discurso, el cual, a pesar de tener su origen en la década de 1950 —formulándose incluso antes del discurso ambiental—, sólo comenzó a recibir más atención en la segunda mitad de la década de 1990. Me refiero al planteamiento del cenit o punto máximo de la producción mundial de petróleo,³ situación relacionada con el denominado “fin del petróleo barato”.

¹ En este trabajo no se habla de *sustentabilidad*, término empleado por lo general en América Latina, lo correcto es utilizar las palabras *sostenibilidad* y *sostenible*. El *Diccionario de la lengua española* define por sustentable: “Que se puede sustentar o defender con razones”; y por sostenible: “Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo”.

² Indican que el principal factor en el cambio climático es la actividad cíclica del sol, más aún, advierten que la menor actividad solar que se registrará en los próximos años provocará un descenso de la temperatura, causando un enfriamiento global que podría durar varias décadas (Landscheidt 2003; Njau 2005; Archibald 2006; Zhen-Shan & Xian 2007; Casey 2008).

³ El petróleo es un recurso no renovable, se formó por la descomposición de los restos de animales, algas y plancton acumulados en el fondo de mares y lagos profundos, esa materia orgánica se cubrió paulatinamente con capas de sedimentos, al abrigo de las cuales, en determinadas condiciones de presión y temperatura registradas entre los 2,000 y los 4,500 metros de profundidad, se transformó lentamente en hidrocarburos. El petróleo no se encuentra distribuido de manera uniforme en el subsuelo, para que se forme un yacimiento deben presentarse las siguientes condiciones básicas: 1) rocas sedimentarias con alto contenido orgánico, conocidas como *roca madre*, 2) rocas permeables, para que desde la roca madre el petróleo pueda moverse a través de sus poros microscópicos bajo la

Si bien el petróleo ya era empleado desde la antigüedad para diversos fines y hay registros de pozos perforados a mediados del siglo XIX en Rumania y el actual territorio de Azerbaiyán, el comienzo de su explotación industrial se data en 1859, el factor clave fue la perforación exitosa realizada por Edwin Drake en Titusville, Pennsylvania, Estados Unidos, ya que el aceite hallado, que tenía un gran potencial como lubricante y combustible para quinqués, desató el primer auge en la búsqueda y comercialización de este recurso (Yergin [1991] 1992; Campbell 1997; Pinedo 2005). En 2009 la humanidad cumple 150 años de utilizarlo ininterrumpida y copiosamente.

Se pueden señalar tres etapas en el estudio del cenit de la producción petrolera. La primera comprende las décadas de 1950 y 1960, está relacionada con la elaboración metodológica y las proyecciones de M. King Hubbert, geólogo norteamericano que estudió por más de cuatro décadas los límites físicos de la expansión del uso de los recursos energéticos. Este autor pronosticó que la producción mundial alcanzaría su cenit hacia 2000 y la de Estados Unidos (excluyendo Alaska) hacia 1970, cálculo éste último correcto. También señaló que el 80 por ciento de la totalidad del petróleo se produciría en un lapso menor de 70 años entre 1968 y 2032. Hubbert indicó que era posible estimar el comportamiento de la curva de producción analizando el comportamiento de la curva de descubrimientos. A lo largo de sus escritos y presentaciones insistió en señalar que la época de los combustibles fósiles —sus tasas de crecimiento poblacional e industrial— es un evento efímero y transitorio si se le ubica a lo largo de la historia humana (Hubbert 1949, 1956, 1962, 1969, 1971, 1987).

La segunda corresponde a las décadas de 1970 y 1980, se trata la cuestión del cenit de la producción petrolera siguiendo la discusión de los límites ecológicos de la Tierra (agotamiento de recursos, contaminación) (Ehrlich & Ehrlich 1970; Ward & Dubos 1972; Ehrlich, Ehrlich & Holdren 1973; WCED 1987; Holdren 1992) y también por las consecuencias de los altos precios del crudo registrados entre 1973 y 1985; esto aumentó el interés en los estudios de la energía, llevando a algunos a analizar la disponibilidad y durabilidad de los suministros y el problema de la energía neta,⁴ sin embargo, pocos trabajos aportaron datos nuevos, la mayoría se limitó a citar los cálculos de Hubbert (Weinberg 1976; Hayes 1977; WAES 1977; Phillips [1979] 1981; OTA 1980; Centeno 1982; Gever et al. 1986; Hall, Cleveland & Kaufmann 1986; Foley 1987; Cassedy & Grossman 1990).

presión ejercida por la expansión del gas que contiene, fuerzas hidráulicas y su propia flotación, 3) rocas impermeables, dispuestas de tal forma que eviten la fuga del aceite y el gas hacia la superficie, el yacimiento debe comportarse como una trampa, 4) el petróleo no se encuentra en cavernas subterráneas, sino impregnado en los pequeños poros de otro tipo de roca, a la cual se le denomina *reservorio* (Chow [1987] 2002; Foley 1987; Campbell 1997; Deffeyes 2001; IMP 2008).

⁴ La energía neta es la energía que un recurso suministra a la sociedad teniendo en cuenta la energía que se requirió para encontrarlo, extraerlo, transportarlo, procesarlo y entregar su energía en forma útil. Mientras más grande sea el cociente que resulta de dividir la energía suministrada por un recurso entre el costo energético registrado para hacerlo aprovechable, mayor será la energía neta que aporte, a este cociente se le conoce como *retorno energético sobre inversión* (*energy return on investment* [EROI]) o *tasa de retorno energético* (Odum & Odum 1981; Hall, Cleveland & Kaufmann 1986).

La tercera etapa abarca las décadas de 1990 y 2000, se retoman las ideas de Hubbert, se analiza el problema con mayor profundidad y se realizan nuevos cálculos, incluyendo estudios de oficinas gubernamentales (Campbell 1991, 1997; Ivanhoe 1995, 1996; Youngquist 1997; Campbell & Laherrère 1998; ASPO 2001-2009; Deffeyes 2001, 2005; DBT & IDA 2004; Wood, Long & Morehouse 2004; BGR 2005; BTRE 2005; Hirsch, Bezdek & Wendling 2005; MEFI 2005; European Parliament 2006; EWG 2007b; Hirsch 2007; Robelius 2007).

El autor más influyente en esta última etapa es el geólogo irlandés Colin Campbell. Su artículo "The end of cheap oil", preparado con el geofísico francés Jean Laherrère, publicado en un reporte especial sobre el futuro de la producción petrolera en la revista *Scientific American* en marzo de 1998, marca un antes y un después en la exposición y discusión de este tema. Indican que desde una perspectiva económica no es lo directamente relevante el momento en que el mundo se quedará completamente sin petróleo,⁵ lo que importa es cuando la producción comience a descender, ya que más allá de ese punto los precios aumentarán a menos que la demanda decaiga de forma importante. No plantean que el petróleo ya se esté agotando: "Lo que nuestra sociedad encarará, y pronto, es el fin del petróleo abundante y barato del que dependen todas las naciones industriales" (p. 65). Hablan de rendimientos decrecientes y de la necesidad de planificar e invertir para que la transición a una economía pospetróleo no sea traumática (Campbell & Laherrère 1998). Cabe destacar que el año en que apareció este artículo el crudo registró los precios más bajos desde 1979.

Campbell creó en 2000 la Association for the Study of Peak Oil & Gas (ASPO) con la intención de evaluar las capacidades de producción, estudiar el agotamiento considerando factores económicos, políticos y tecnológicos y hacer conciencia sobre las posibles consecuencias de la problemática. Esta organización reúne a científicos y

⁵ En términos geológicos el petróleo nunca se agotará, ya que no se extrae el 100 por ciento del crudo hallado en los pozos y muchos yacimientos jamás serán explotados. La cantidad de crudo que puede aprovecharse depende de la geología de las cuencas sedimentarias y la calidad del aceite, con técnicas primarias de recuperación, las cuales aprovechan el flujo del aceite por la presión natural del yacimiento, suele extraerse de un 20 a un 25 por ciento; con técnicas secundarias, las cuales inyectan agua o gas para aumentar la presión, la recuperación puede crecer en promedio hasta un 33 por ciento, pero generalmente no supera el 50 por ciento. El petróleo que se extrae usando técnicas primarias y secundarias se denomina *convencional*, su producción es barata, sencilla y rápida. El petróleo *no convencional* requiere para que pueda ser aprovechado altas inversiones, por lo que su recuperación está en función del aumento del precio, su producción es cara, difícil y lenta, en esta categoría se encuentran el aceite de esquisto, las arenas asfálticas, petróleo obtenido en ambientes hostiles como aguas profundas y zonas polares, petróleo obtenido de campos muy pequeños o mediante una construcción de pozos menos espaciada, petróleo obtenido mediante técnicas de recuperación intensificada o terciaria (inyección de vapor, dióxido de carbono, nitrógeno o polímeros) como los aceites pesados y extrapesados. La industria petrolera clasifica el aceite de acuerdo a su densidad (extrapesado, pesado, mediano, ligero, superligero) siguiendo una escala en grados que va de 10 a 39 definida por el American Petroleum Institute (API), mientras más ligero (más °API) y dulce (menor contenido de azufre) es el crudo más cotizado es, ya que genera un rendimiento mayor de su volumen en forma de productos ligeros como la gasolina y el diesel (Foley 1987; Alba 1997; Campbell 1997; IMP 2008).

expertos de la industria petrolera de más de 30 países; entre enero 2001 y abril 2009 editó un boletín mensual con información sobre el tema, análisis de las naciones productoras y gráficas donde se calcula la fecha del cenit y se muestra el comportamiento de los descubrimientos y la producción.

La fecha del cenit será determinada por la capacidad de incorporación de nuevas reservas y el comportamiento de la demanda. Tomando en cuenta que el cenit de los descubrimientos ocurrió en la década de 1960,⁶ que cada vez se incorporan a la producción menos campos gigantes⁷ y que la demanda de crudo no disminuirá considerablemente en los próximos años,⁸ se puede concluir, con base en los estudios anteriormente mencionados, que el cenit de la producción petrolera se registrará entre 2005 y 2033, probablemente antes o alrededor de 2020.

La postura de los divulgadores del cenit de la producción petrolera (o hubbertianos) ha sido cuestionada por algunos autores, destacando entre ellos Michael Lynch, Peter Odell, Vaclav Smil, Morris Adelman y Daniel Yergin. No niegan que el cenit ocurrirá, para ellos se presentará más allá de 2030.⁹ Lynch indica que los modelos de Hubbert y sus seguidores carecen de rigor científico, los cálculos que presentan son inexactos (Lynch 1998, 2001, 2003, 2006). Odell subestima la necesidad de discutir la declinación de la producción porque cada vez se demandará una menor cantidad de petróleo gracias al uso de otras tecnologías (Odell 2000). Smil señala la impredecibilidad del futuro, es imposible determinar la cantidad de petróleo que se consumirá, el tema del cenit de la producción petrolera es un culto catastrofista (Smil 2003, 2006a). Adelman apunta que hay suficiente petróleo, el problema de la escasez ha sido y será la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) (Adelman 2004). Para Yergin, la tecnología permitirá aumentar la explotación de hidrocarburos en general y la producción de petróleo no convencional en particular (Yergin 2005).

Hay dos grandes diferencias entre hubbertianos y sus críticos (o cornucopianos) además de la estimación del año del cenit. Una es la gravedad con la que ven la

⁶ Esto ya es señalado por Litton Ivanhoe y Campbell en sus primeros escritos sobre el cenit (Ivanhoe 1995, 1996; Campbell 1997). Aunque se reporten descubrimientos importantes en los próximos años, muchos de ellos en aguas profundas, no se superarán los miles de millones de barriles registrados a mediados del siglo XX.

⁷ Un campo gigante contiene al menos 500 millones de barriles de petróleo recuperable, sólo el 1 por ciento del total de los campos explotados son gigantes (poco más de 500), siendo su contribución fundamental, de ellos se obtuvo más del 60 por ciento de la producción en 2005 y contienen cerca del 65 por ciento de las reservas recuperables. La mayoría de los campos gigantes más grandes fueron encontrados hace más de 50 años y es clara la tendencia a la baja de nuevos descubrimientos, con volúmenes, además, más pequeños. Un gran número de estos yacimientos están localizados en los países que rodean el Golfo Pérsico, los cuales dominarán la producción de petróleo en el futuro. Los campos gigantes pueden ser usados como parámetro para determinar hasta qué punto la producción de petróleo será disponible (Robelius 2007).

⁸ La International Energy Agency (IEA) estima que el consumo pasará de 83.7 millones de barriles diarios (Mbd) en 2006 a 116 Mbd en 2030 (IEA 2007b).

⁹ Las proyecciones más optimistas ubican el cenit después de 2050 (Wood, Long & Morehouse 2004).

evolución de este inevitable fenómeno: ninguno de los cornucopianos analiza cómo podrían afectar a la economía mundial el agotamiento del petróleo convencional y la posterior escasez de toda clase de crudo; la otra es el enfoque *posnormal*¹⁰ de los hubbertianos, su objetivo es influir en la toma de decisiones a nivel político para gestionar la transición energética oportunamente. Debe mencionarse que algunos de los señalamientos de Lynch y Yergin son tratados por Hubbert desde sus primeros escritos, lo que hace pensar que su obra no ha sido leída con atención.

Un caso que permite demostrar lo expuesto por los hubbertianos lo encontramos precisamente en México, la declinación de Cantarell, nombre del principal complejo petrolero de este país, uno de los yacimientos más grandes del mundo con un volumen original de entre 35 mil millones y 38 mil millones de barriles.¹¹ Su explotación comenzó en 1979, desde finales de la década de 1980 su producción se mantuvo relativamente constante en alrededor de 1 millón de barriles diarios (Mbd), pero gracias al Proyecto Cantarell, implementado en 1997, la cantidad de petróleo obtenido aumentó considerablemente, duplicándose en 2003 y alcanzando su punto máximo en 2004 con 2.1 Mbd; su producción en 2005 fue de 2 Mbd, en 2006 de 1.8 Mbd, en 2007 poco menos de 1.5 Mbd y en 2008 de 1 Mbd. En 2004 Cantarell aportó poco más del 63 por ciento de la producción nacional de petróleo crudo, en 2008 menos del 36 por ciento (Shields 2003; PEMEX 2007a; SENER 2009).

¿El cenit de Cantarell significa el cenit de la producción petrolera en México? En efecto, podemos afirmar que México en 2004 alcanzó el cenit de su producción, si tenemos en cuenta: 1) la acelerada y definitiva caída de este yacimiento, 2) que de los 10.5 gigabarriles (Gb) de reservas probadas de petróleo crudo al comenzar 2008 (cuya relación reservas a producción es menor a 10 años) Cantarell representa más del 35 por ciento, 3) que el complejo Ku-Maloob-Zaap, uno con los que se pretende compensar la caída del gigante, alcanzará su propio cenit alrededor de 2010 produciendo menos de 900 mil barriles diarios, 4) que muchos campos petroleros en 2003 ya presentaban tasas de agotamiento cercanas al 50 por ciento y que muchos no han logrado recuperarse confirmando la declinación de su producción, 5) que el 57 por ciento de los 10.7 Gb de reservas probables y cerca del 58 por ciento de los 9.9 Gb de reservas posibles de petróleo crudo al comenzar 2008 se localizaban en Chicontepec, campo descubierto en 1926 que ha sido marginalmente explotado por sus complejidades geológicas, que se estima puede producir hacia 2017, con altas inversiones, alrededor de 730 mil barriles diarios, 6) que al comenzar 2008 no se

¹⁰ Bajo la perspectiva de la *ciencia posnormal* o *para la sostenibilidad*, la investigación científica debe realizarse en función de su aplicación práctica buscando su incorporación a un proceso social integrador con la intención de prevenir o resolver problemas sociales o riesgos ambientales (Funtowicz & Ravetz 1990; Funtowicz & De Marchi 2000; Gallopín 2001; Gallopín et al. 2001). Nos recuerda Esther Díaz que desde la década de 1960 la ciencia experimenta un quiebre epistemológico, la investigación científica ya no busca en un alto porcentaje el conocimiento por el conocimiento mismo, es decir, su principio organizador no es la Verdad (Díaz 2000).

¹¹ Está localizado en las aguas someras de la Sonda de Campeche en el Golfo de México a unos 70 kilómetros al nornoroeste de Ciudad del Carmen.

habían reportado reservas de ningún tipo en aguas profundas y que, en caso de que puedan explotarse los alrededor de 25 Gb estimados, el aceite obtenido sería aprovechado hacia 2020, si el desarrollo tecnológico lo permite, cuando la producción de Cantarell será menor a los 500 mil barriles diarios de petróleo crudo (*La Jornada* 2003; Shields 2003, 2005, 2006, 2007; Barbosa 2007; PEMEX 2007a, 2007b, 2008; *Reforma* 2008).

Además de los desafíos señalados, será necesario utilizar técnicas de recuperación intensificada en todas las regiones para incorporar nuevos yacimientos a la producción o reactivar campos maduros. El petróleo barato se está acabando en México (Ortuño 2006, 2008). La explotación petrolera en el país y en el mundo siguió la “ley del mínimo esfuerzo”: primero se consume lo que es más fácil obtener.

La sociedad del hidrocarburo

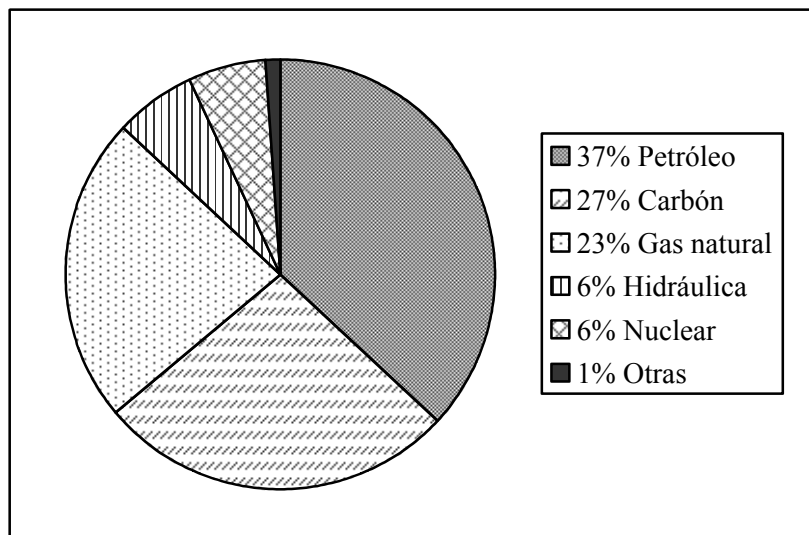
¿Por qué es relevante estimar el año del cenit de la producción petrolera y tener en cuenta el fin del petróleo barato? La respuesta parece que no es obvia, repasemos las palabras de Yergin: somos la “sociedad del hidrocarburo”, el petróleo es la “savia vital” de la cotidianidad actual, pero a pesar de que dependemos en tal medida de él en raras ocasiones nos hemos detenido a comprender su penetrante significado: es uno de los componentes esenciales de los fertilizantes de la agricultura moderna, posibilita el transporte de alimentos a las zonas metropolitanas y proporciona los plásticos y productos químicos que constituyen el esqueleto de la civilización contemporánea, también hace posible el sitio y la forma en que vivimos, la forma en que vamos y venimos de casa al trabajo, la forma en que viajamos, los patrones comerciales y urbanos adoptados en el siglo XX responden a su uso (Yergin [1991] 1992).

Además de la discusión entre especialistas sobre el año del cenit, este debate nos ha mostrado nuestra dependencia del petróleo: a) es el energético que más consumimos (Gráfica 1); b) el transporte a nivel mundial depende en más del 90 por ciento de los combustibles obtenidos a partir de su refinación¹² (60 por ciento del petróleo consumido) (IEA 2007a); c) la petroquímica es fundamental para la supervivencia de la sociedad, aporta insumos para casi todas las industrias, destacando la alimentaria, la farmacéutica y médica y la textil (Anexo 1) (Chow [1987] 2002; Rangel [1987] 2003; Miller [1992] 1994).

El petróleo está en la base de los procesos industriales y la generación de energía: para extraer y distribuir carbón o cobre y fabricar aerogeneradores, plantas nucleares o tractores se necesita en algún momento petróleo. El aumento de su precio impacta directa o indirectamente a todos los sectores y países. De hecho, para diversos autores la “edad de oro” del capitalismo concluyó en 1973 con el primer *shock* petrolero

¹² Combustóleo, diesel, gasavión, gasóleo, gasolinas, kerosina, turbosina.

Gráfica 1. Consumo mundial de energía primaria en 2005 (EIA 2007).



Otras: eólica, solar, geotérmica, biomasa.

(Glyn et al. 1990; Hobsbawn 1994; Barciela 2005), consecuencia del dramático aumento del precio del barril por el recorte a la producción y el embargo a Estados Unidos y Países Bajos que impuso la OPEP en octubre de ese año.¹³ Los precios se cuadruplicaron, pasando de menos de 3 dólares por barril al comenzar octubre de 1973 a más de 11 dólares por barril al terminar diciembre de ese año. Si bien algunos países ya registraban complicaciones económicas al comenzar la década de 1970 y el sistema económico internacional mostraba señales de desequilibrio, el *shock* petrolero de 1973 disparó la crisis, la cual se agravó en 1979 con el nuevo aumento de los precios que trajo consigo la Revolución Islámica en Irán y el inicio de la guerra entre este país e Irak en 1980 (Yergin [1991] 1992; Campbell 1997; Pinedo 2005).

Roberto Centeno resume las consecuencias económicas de las dos primeras crisis petroleras. Señala que el fuerte auge de los países industrializados registrado antes del embargo de 1973, con tasas de crecimiento reales comprendidas entre el 5 y el 10 por ciento, quedó bruscamente cercenado por los *shocks* petroleros que entre 1973 y 1981 multiplicaron por 12 el nivel de los precios del hidrocarburo. Estos países, acostumbrados por más de un siglo al uso de energía barata, fueron afectados por recesiones sucesivas, tasas de inflación y desempleo que alcanzaron niveles récord y por la transferencia de miles de millones de dólares a las naciones petroleras, lo cual redujo su poder de compra, deprimiendo más el crecimiento y produciendo una quiebra de los mecanismos de la política económica tradicional.

¹³ Estas políticas se aplicaron como reacción al apoyo que los gobiernos de estos países en particular y de Europa occidental en general dieron a Israel durante la Guerra del Yom-Kippur (conflicto árabe-israelí).

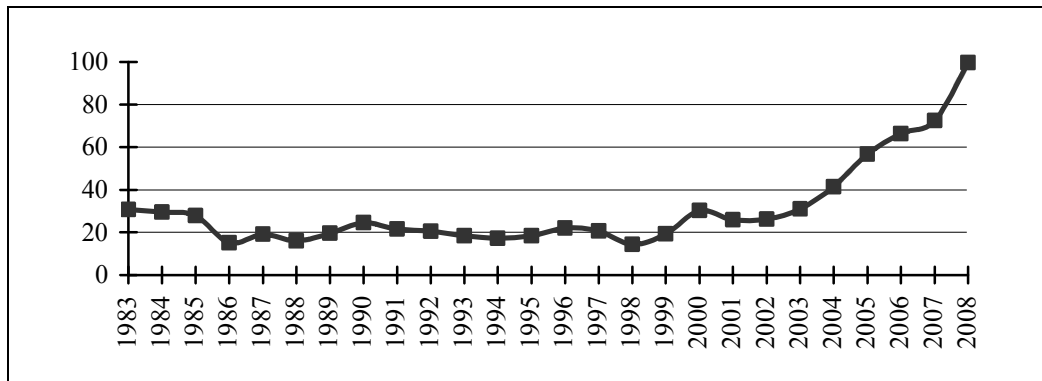
En conjunto, indica Centeno, tanto el crecimiento económico mundial como el volumen de intercambios se vieron reducidos a menos de la mitad, mientras que la inflación y el paro se multiplicaron por más de dos; pero si estas cifras las referimos no a la media del periodo, sino a la situación después de la segunda crisis, el crecimiento resulta dividido por cuatro y la inflación y el paro multiplicados por tres. La primera y sobre todo la segunda crisis petrolera repercutieron muy directamente tanto en los países industrializados como en los países en vías de desarrollo, contribuyendo a una fuerte desaceleración de la actividad económica, a un notable reforzamiento de las tensiones inflacionarias y a la agudización del desequilibrio de las balanzas de pagos creando gigantescos problemas de financiación de dichos desequilibrios que colocaron a decenas de países menos desarrollados en una situación prácticamente de quiebra.

Agrega Centeno que a pesar de los fenómenos simultáneos de recesión e inflación, los elementos de mayor gravedad producidos por las dos sucesivas crisis del petróleo fueron la desaceleración del crecimiento del comercio internacional y el desequilibrio de los pagos exteriores, al que sólo precedió en orden de importancia el drama social del paro ligado al fenómeno de recesión antes aludido (Centeno 1982).

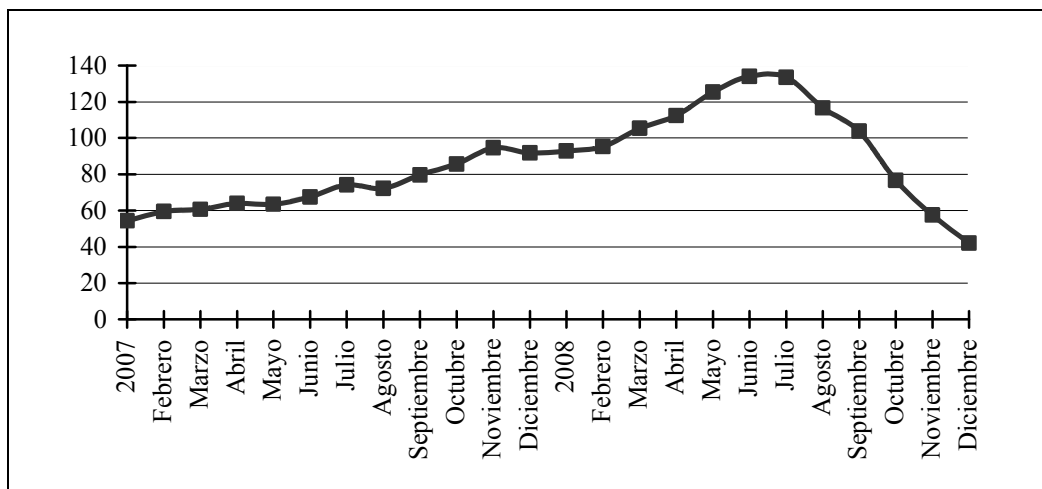
Bernard Beaudreau señala que en el periodo que siguió a los *shocks* petroleros se suspendieron la intensificación energética y las rentas basadas en esa intensificación; se incrementó el precio de la energía reduciendo las utilidades disponibles para el capital y el trabajo; nuevas tecnologías de control reemplazaron a los supervisores de menor rango; las empresas intensivas en mano de obra se movieron a otros países buscando pagar menos salarios e impuestos. El gran perdedor fue el empleo; los ganadores, los dueños del capital: el trato fiscal preferencial que se les da en la mayor parte del mundo tiene sus orígenes en las crisis petroleras de la década de 1970 (Beaudreau 1998).

Entre 2004 y 2008 el precio del barril de petróleo crudo registró un aumento considerable (Gráfica 2), consecuencia de la demanda y la especulación, pasando claramente la barrera de los 100 dólares en el mes de marzo de 2008 (Gráfica 3). Si bien en los últimos meses de ese año colapsó el sistema financiero internacional y se desplomaron las bolsas de valores, colapso seguido por la recesión y el desempleo a escala global, debe subrayarse que las complicaciones en los países importadores de petróleo no se registraron en 2008, sino desde 2004 cuando el precio del barril superó de manera sostenida los 40 dólares. El Banco Mundial atendió el problema publicando en 2006 un estudio titulado *Coping with higher oil prices*, el cual identifica las políticas instrumentadas por diversos países para enfrentar precisamente el incremento de los precios (Bacon & Kojima 2006). La crisis tiene su origen en diversos factores, estando entre ellos el mayor costo de la energía: la crisis hipotecaria que se señala como un factor determinante también debe relacionarse con el aumento del precio de la gasolina, no sólo a una mala planificación, a la falta de regulación y a la ambición desmedida.

Gráfica 2. Precio nominal promedio anual del barril de petróleo crudo, 1983-2008 (dólares) (EIA 2009a).



Gráfica 3. Precio nominal promedio mensual del barril de petróleo crudo, enero 2007 a diciembre 2008 (dólares) (EIA 2009b).



Al comenzar el siglo XXI la economía mundial no resistió otra vez el dramático aumento del precio del petróleo, vuelven a presentarse la inflación, el desempleo y la recesión. Ante la caída de la actividad comercial se teme que ocurra un fenómeno deflacionario, para algunos más grave que la inflación (*Reforma* 2009). Aún es temprano para establecer el impacto de la crisis.

El colapso financiero, la desaceleración económica y la recesión han provocado la caída de los precios del crudo, registrándose valores por debajo de los 40 dólares en enero y febrero de 2009. Si bien esto favorece la reactivación de la actividad comercial, por otra parte detiene el desarrollo de proyectos de extracción de petróleo no convencional (*Financial Times* 2008), lo que puede traer una oferta insuficiente ya en el corto o mediano plazo y por lo tanto un nuevo aumento importante de los

precios con su respectivo impacto económico. Es el fin del petróleo barato. De hecho 40 dólares por barril, si lo comparamos con los precios de la década de 1990 y la primera mitad de la década de 2000, y recordamos las dificultades que generó este precio en 2004, ya es petróleo caro.

En el reporte especial de *Scientific American* donde se presentó “The end of cheap oil”, se publicó un artículo titulado “Oil production in the 21st century”, firmado por Roger Anderson, experto en tecnología petrolera. Después de mostrar algunas técnicas que permitirán extraer más petróleo en las próximas décadas, como la perforación dirigida y el uso de robots submarinos, este autor concluye que aunque es poco probable que el avance de la tecnología elimine completamente la inminente caída en la oferta de petróleo crudo, comprará tiempo crítico para hacer una transición ordenada a un mundo que obtendrá su combustible de otras fuentes de energía (Anderson 1998).

Anderson señala las fronteras de la industria y la civilización petrolera, pero no va más allá: no indica cómo hacer esa *transición ordenada*. Esto es precisamente lo que da origen a esta tesis doctoral: propiciar que la transición a un mundo pospetróleo sea ordenada, es decir, planificada. Transición que para México implica un doble desafío, ya que los ingresos por la venta de hidrocarburos han representado un porcentaje importante del presupuesto federal en los últimos años (más del 30 por ciento entre 2004 y 2008) y que los recursos que el gobierno federal transfiere a las entidades federativas y los municipios a través de participaciones y aportaciones¹⁴ significan alrededor del 80 por ciento de sus ingresos (INEGI 2009). La caída de la producción y exportación de crudo se reflejará en los presupuestos de los gobiernos locales, es decir, en la gestión urbana.

A pesar de los yacimientos existentes en el territorio nacional, la Sonda de Campeche y las aguas profundas del Golfo de México, este país podría convertirse en los próximos años en importador neto de petróleo, algo ya reconocido por el gobierno federal (*La Jornada* 2008a). Será necesario importar un recurso cada vez más caro y escaso. En términos financieros es una fatalidad que el cenit de la producción nacional se presente muy cerca del cenit mundial, ya que se pasará en poco tiempo de recibir ingresos por miles de millones de dólares gracias a las exportaciones de crudo,¹⁵ a importarlo al precio que sea, además de la compra que ya se hace de petrolíferos¹⁶ y otras fuentes de energía (gas natural y carbón).

La historia del cenit de la producción petrolera nacional nos aporta lecciones que no debemos ignorar. Para hacer un bosquejo sencillo de lo acontecido, recordando que

¹⁴ Las participaciones federales son recursos que los gobiernos de las entidades federativas y los municipios ejercen libremente, mientras que las aportaciones federales son recursos que el gobierno federal determina en qué se deben gastar.

¹⁵ Más de 49,500 millones de dólares en 2008 (SENER 2009).

¹⁶ Las importaciones superaron los 20,000 millones de dólares en 2008 (SENER 2009).

los primeros descubrimientos se reportaron en la década de 1860 en las Huastecas, que la explotación comercial comenzó en la primera década del siglo XX y que se registró una primera caída en la producción en 1921 (Álvarez 2006), es necesario destacar las siguientes líneas del libro *Recursos naturales de México*, de Ángel Bassols:

Durante los primeros años que siguieron a la expropiación [1938] PEMEX tenía cuatro grandes zonas productoras: Pánuco-Ébano, Faja de Oro, el Istmo y Poza Rica. De éstas, sólo Poza Rica era importante y entre 1938 y 1950 produjo casi el 60 por ciento del total. PEMEX dependía de tal manera de Poza Rica que tuvo que explotarla de manera irracional, poniendo en peligro su productividad a largo plazo con tal de incrementar su rendimiento inmediato (Bassols 1985, p. 254).

Y lo que señala Jacinto Viqueira en su artículo “Problemas de la energía en México”:

A finales de los sesentas existía una gran preocupación entre los funcionarios y especialistas que tenían acceso a la información reservada de Petróleos Mexicanos por la declinación de las reservas petroleras nacionales y la producción de hidrocarburos frente a un consumo creciente de productos petrolíferos.

El ingeniero Antonio J. Bermúdez, quien fuera director general de PEMEX de 1946 a 1958, se refiere a esta situación en su libro titulado *La política petrolera mexicana* [1976] en los siguientes términos:

“La crisis fue efectivamente grave. No trascendió sino para los enterados, porque un hecho afortunado pero no fortuito: el descubrimiento de la nueva y rica provincia petrolera en Tabasco y Chiapas, que comenzó a producir a principios de 1973, permitió superarla. Al comenzar ese año se había llegado al punto más bajo del desequilibrio entre reservas del subsuelo y producción, por un lado, y consumo creciente, por el otro. Las importaciones, ya no solo de derivados, sino, inclusive, de petróleo crudo, iban en aumento. Si la situación hubiera continuado hasta otoño, cuando se cuadruplicaron los precios del crudo, el costo de nuestras crecientes importaciones habría sido catastrófico para la economía de Petróleos Mexicanos y para la de México” (p. 191).

El hecho, señala Viqueira, es que a finales de la década de 1960 y principios de la década de 1970 México vivió una crisis petrolera que no fue percibida por la opinión pública, pero que despertó entre las personas informadas la preocupación por la necesidad de diversificar la oferta energética (Viqueira 1987). En efecto, Miguel Wionczek apunta que si México no hubiera descubierto petróleo antes del *shock* petrolero internacional de 1973, el país hubiera sido paralizado por los aumentos internacionales de los precios de hidrocarburos ya en 1974 (Wionczek 1983).

La incertidumbre sobre la capacidad de la producción nacional en los próximos lustros y la anunciada contracción de la producción internacional invitan a pensar que el futuro en México se parecerá a los tiempos que temieron Bermúdez y Wionczek.

Fue posible superar la crisis mundial que causaron los *shocks* petroleros de la década de 1970 porque hubo petróleo barato para reactivar la economía.¹⁷ La primera crisis del siglo XXI probablemente no contará con él; la siguiente seguramente no. Este es uno de los desafíos que presenta la transición a un mundo pospetróleo: se carecerá de un subsidio energético que facilite el desarrollo de la infraestructura que será requerida. México siempre tuvo la fortuna de encontrar más petróleo cada vez que su producción alcanzaba un pico, pero la suerte también tiene límites.¹⁸

Robert Ayres, Hal Turton & Tom Casten sintetizan la problemática de la siguiente manera: el crecimiento económico en el futuro fundamentalmente dependerá de que la declinación histórica de los costos de los servicios energéticos continúe, pero este desafío de largo plazo, que ha sido resuelto tanto con descubrimientos (petróleo y gas) como con progreso tecnológico (generación de poder eléctrico y producción de servicios energéticos), no puede esperarse que continúe indefinidamente manteniendo las tasas históricas, es muy probable que los costos energéticos ya han registrado su nivel más bajo. Si los costos de los servicios energéticos comienzan a incrementarse significativamente, abarcando una mayor fracción del producto interno bruto, el crecimiento económico podría retroceder e incluso volverse negativo (Ayres, Turton & Casten 2007).

El desafío es preparar al país lo antes posible para dejar de depender de los ingresos petroleros y para transitar en primer lugar a una etapa de energéticos caros y posteriormente a otra pospetróleo. Transición que exige, como sugieren Campbell & Laherrère, planificación e inversiones. Pero esta problemática debe relacionarse con su componente demográfico: 76 por ciento de la población en México reside en zonas urbanas, porcentaje en aumento. Yergin nos recuerda que los patrones urbanos adoptados en el siglo XX responden al uso del petróleo, patrones que aún persisten. La transición debe plantearse en términos tecnológicos, financieros, económicos... y también urbanísticos.

¹⁷ Los países occidentales superaron la crisis adoptando políticas de ajuste en materia económica y energética, reorientando sus patrones de producción y consumo, su balanza comercial y de pagos y sus relaciones políticas, de seguridad, sociales y culturales. En materia energética el ajuste consistió en la diversificación de los proveedores de petróleo (no depender de la OPEP y aumentar la exploración), la sustitución del petróleo por otras fuentes de energía y aumentar la eficiencia y la conservación (Yergin 1982).

¹⁸ Cantarell fue descubierto accidentalmente por un pescador en 1958, su nombre era Rudecindo Cantarell. Las actividades relacionadas con la explotación de este yacimiento comenzaron en los primeros años de la década de 1970.

■ Planteamiento del problema

Delimitación

La intención de aportar información para propiciar que la transición a un mundo pospetróleo sea ordenada ubica a esta tesis dentro del marco de la ciencia posnormal. Sin duda influir en la toma de decisiones a nivel político es algo que está más allá de los alcances de toda investigación, pero sin los datos, marcos de referencia y teorías que la actividad científica puede ofrecer es más probable que las decisiones políticas no sean las más adecuadas para enfrentar las problemáticas existentes y las que se vislumbran. De hecho el sociólogo Fernando Robles señala la importancia del análisis científico generalizado, de la teoría y del diagnóstico para que los riesgos sean públicamente tematizados y se conviertan en el centro del debate político, requisito indispensable para que se planteen tanto la potencialidad de los peligros que surgen como la autolimitación (Robles 2000). La amenaza debe construirse socialmente.

Ahora bien, entender los desafíos que se presentan al buscar gestionar la transición a una sociedad pospetróleo desde una perspectiva urbanística nos obliga a señalar en primer lugar las complicaciones epistemológicas del urbanismo. No profundizaré en este tema, el cual requiere un tratamiento aparte, sin embargo, considero necesario presentar, aunque sea brevemente, las complicaciones que surgen al definir este concepto, así como el término *ciudad*.

Indica María Elena Ducci que el urbanismo es una disciplina en formación concentrada en estudiar y planificar las ciudades y las regiones donde éstas se asientan. Esta condición formativa ha producido diferentes y contradictorias definiciones de lo que es el urbanismo, de hecho, también existen varias definiciones de ciudad, esto se debe, añade Ducci, a que este fenómeno complejo se puede analizar desde puntos de vista distintos: administrativo, arquitectónico, demográfico, ecológico, económico, geográfico, jurídico, político, sociológico y tecnológico — podemos agregar antropológico, epidemiológico y psicológico—, por lo que se obtienen conceptos diversos. Ducci no se aventura a dar una definición de ciudad, se limita a presentar los parámetros que más se emplean para definirla: cantidad de población; densidad de población; morfología; división del trabajo; grupos sociales y contactos personales; movilidad y heterogeneidad de la población; cantidad de instituciones (Ducci 1989).

Daniel Pinson señala que el urbanismo es una “disciplina pluridisciplinaria”, construida con préstamos apropiados y aportaciones propias, un ensamble de competencias originales que fundan las razones de una existencia y de una presencia identificables (Pinson 2004).

Las diversas ciencias y disciplinas que coinciden en el urbanismo y lo conforman han hecho que en algunas ocasiones se confundan sus fronteras con los estudios urbanos,

los estudios regionales, las ciencias ambientales, la ecología humana, la geografía humana, la planificación urbana y regional, el diseño urbano, etc.

Françoise Choay indica que el término *urbanisme* (urbanismo) comenzó a usarse en 1910, consecuencia de la emergencia de una nueva realidad: hacia el final del siglo XIX la expansión de la sociedad industrial dio nacimiento a una disciplina que se distinguió de las artes urbanas anteriores por su carácter reflexivo y crítico y por su pretensión científica. Intentando quitar ambigüedad al término cita la definición del diccionario *Larousse*: “Ciencia y teoría del asentamiento humano”. Aceptación “original” que presenta en su clásico libro *L’urbanisme* (Choay 1965).¹⁹ Cabe señalar que la dificultad para definir el término urbanismo también se presenta con el concepto *planning* (planificación) usado en lengua inglesa, Peter Hall apunta que “es una palabra extremadamente ambigua y difícil de definir” (Hall 1992, p. 1).

Roberto Fernández destaca el papel que el Instituto de Urbanismo de la Universidad de París, fundado en 1924, desempeñó para sistematizar sensiblemente este “saber técnico específico” y las aportaciones de teóricos y técnicos alemanes que se enfocaron en el estudio más detallado del funcionamiento de las economías urbanas y sus consecuencias en términos de localización ideal de actividades, desarrollando nuevos métodos de estudio (Fernández 2000).

Gustavo Munizaga explica que el urbanismo tomó fuerza con la reforma o el “espíritu nuevo” (o moderno) de la arquitectura europea que se organizó en torno al Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), cuya primera edición se celebró en 1928. La preocupación por los problemas urbanos y de vivienda y su integración se acentuó después del III CIAM (1930), abriendo necesariamente las fronteras estilísticas de la arquitectura a su contenido social, económico y tecnológico.

Munizaga apunta que lo que caracteriza a la teoría urbana es que se plantea como una observación y explicación de la ciudad o del proceso urbano, que puede ser en una condición hipotética o ideal, con objetivos de conocimiento a la vez que de aplicación. La dificultad para estudiar la ciudad en su totalidad ha producido diferentes modelos que se refieren, desde enfoques diferentes, a ciertos aspectos específicos que la conforman, produciendo así una ciencia urbana que incluye los aportes de la sociología urbana, la ecología urbana (Escuela de Chicago), la economía urbana y regional, la morfología y organización espacial y las teorías de significación y percepción de la ciudad (Munizaga [1992] 2000).

Domingo García señala que es realmente a partir de 1940 que el concepto socio-económico del urbanismo, más allá del arte urbano o embellecimiento de las

¹⁹ Una definición más reciente del diccionario *Larousse* (1995) define al urbanismo como: “Ciencia que se refiere a la construcción y ordenación de aglomeraciones, ciudades y pueblos”. El *Diccionario de la lengua española* (2001) lo define como: “Conjunto de conocimientos relativos a la planificación, desarrollo, reforma y ampliación de los edificios y espacios de las ciudades”.

ciudades, se hace explícito, cuando concordaron los autores en señalar el hecho social como de principal atención y que éste será el que regule los cambios formales de la estructura urbana, pero no sólo visto desde ángulos u objetivos particulares o parciales, sino en conjunto. El proyecto urbano debe ser consecuencia de las necesidades por satisfacer en la comunidad y su correspondencia y eficiencia lo hará meritorio (García [1974] 1978).

Jean-Paul Lacaze indica que el problema del urbanismo nace en el momento en que alguien estima necesario emprender o provocar una acción para transformar los modos de utilización del espacio y desembocar en una *situación considerada preferible*. Para este autor el urbanismo es un acto de poder donde es necesario que exista una voluntad de acción para modificar el espacio de la ciudad, la manera como se efectúan las elecciones y, por consecuencia, los criterios de decisión, son asuntos centrales y fundacionales de la especificidad de una gestión urbanística (Lacaze 1997).

Inés Sánchez reconoce el estatuto incierto de la disciplina y señala su dimensión operativa: el urbanismo es, al mismo tiempo, teoría y práctica, deudor de múltiples saberes y conocimientos, está vinculado a un proyecto de sociedad tanto en su representación imaginaria o simbólica como en la práctica institucional real, siendo sus medios de intervención técnicas codificadas en la legislación e instrumentos que promueven políticas públicas. Reconoce tres corrientes o tradiciones del urbanismo, las cuales reflejan los intereses centrales que lo han orientado: el urbanismo como problema estético-formal, como racionalidad científico-técnica y como medio de transformación social (Sánchez 1999).

Jorge Gasca indica que los estudios que han hecho explícita la ciudad y lo urbano como algo teorizable no tienen más de cincuenta años, coincidiendo en gran medida con el crecimiento caótico de las ciudades y la problemática urbana (Gasca 2005).

Josep Roca cuestiona el concepto mismo de ciudad: los intercambios a escala planetaria de materia, energía e información y la movilidad humana cotidiana lo hacen inoperante, es imposible definir sus límites utilizando las distinciones tradicionales. Propone, teniendo en cuenta los nuevos patrones de interacción y atracción, utilizar el concepto “ecosistema urbano” (Roca 2003).

Ya a finales de la década de 1960 Fernando Chueca destaca que lo que caracteriza a la ciudad contemporánea es precisamente su desintegración: ciudad fragmentaria, caótica, dispersa, sin figura propia, con áreas indeciblemente congestionadas, con zonas diluidas en el campo circundante (Chueca [1968] 2005). Ciudad que desde la década de 1990 se conecta electrónicamente con el mundo, haciendo esbozar a algunos su “desmaterialización” (Mitchell [1999] 2001), sin superar sus contradicciones internas y sin ser consciente de los riesgos que amenazan su habitabilidad y sostenibilidad.

Los cambios tecnológicos, sociales, institucionales, socioterritoriales, económicos, etc., que llevan a Roca a abandonar el término ciudad, conducen a François Ascher a plantear un urbanismo de dispositivos, reflexivo, precavido, participativo, de consenso, estilísticamente abierto, multisensorial... un nuevo urbanismo o *neourbanismo* que debe adaptarse a una sociedad compleja y un futuro incierto (Ascher [2001] 2004).

Incertidumbre, indica John Abbott, que determina y es parte de la naturaleza del urbanismo: la planificación busca cambiar el futuro, o al menos el futuro esperado, por lo tanto, entender lo que se sabe y se desconoce acerca del futuro, de los enlaces entre el pasado, el presente y el futuro, y de cómo actuamos a partir de ese entendimiento, son temas y desafíos críticos en la planificación, la cual significa, apunta Abbott citando a Peter Marris (1987), “controlar la incertidumbre, ya sea actuando ahora para asegurar el futuro o preparando acciones para que sean aplicadas en caso de que un suceso acontezca” (p. 237) (Abbott 2005).

Después de la revisión de conceptos sobre el urbanismo y su objeto de estudio (la ciudad, sistema urbano, ecosistema urbano o asentamiento urbano), podemos destacar, dentro de la ambigüedad existente, la vocación posnormal de esta disciplina: Lacaze habla de transformar los modos de utilización del espacio para desembocar en una *situación considerada preferible*; Sánchez de un proyecto de sociedad, de instituciones, de marcos legales y políticas públicas; Ascher de complejidad e incertidumbre; Abbott de controlar esa incertidumbre y de crear el futuro. Todo esto también nos señala el carácter utópico del urbanismo, entendiendo el pensamiento utópico como un ejercicio crítico del presente que propone un futuro deseable (Aínsa 1990; Hopenhayn 1994; Shipley 2000). El problema de muchas utopías es que han ignorado precisamente el componente político de las transformaciones urbanas, desconocimiento que hizo a esas visiones quedar sólo en propuestas formales, representaciones gráficas y modelos a escala.²⁰

Al plantear desde el urbanismo una *transición ordenada* a un mundo pospetróleo estoy hablando de crear sistemas o asentamientos urbanos pospetróleo. Pero esos asentamientos no deben ignorar, como sí lo hicieron la ciudad moderna, la posmoderna y las tecnoutopías, la cuestión de los límites ecológicos y energéticos. La construcción teórica de ese modelo urbano pospetróleo debe tener como uno de sus conceptos rectores su sostenibilidad. Surge aquí la dificultad de construir ese modelo urbano y de aportar datos concretos que permitan a ese ejercicio teórico incorporarse a un proceso social integrador mediante la formulación de políticas públicas y marcos

²⁰ Un buen ejemplo son las tecnoutopías realizadas en la década de 1960 por Yona Friedman, el Grupo de Estudios de Arquitectura Móvil (GEAM), Archigram, Metabolism, el Grupo Internacional de Arquitectura Prospectiva (GIAP), entre otros: ciudades movibles, flotantes, enchufadas, inflables, enganchadas, suspendidas, etc. Estas propuestas si bien criticaron la rigidez del funcionalismo e incorporaron algunos elementos que ofrecía el desarrollo tecnológico, carecieron de instrumentos concretos de gestión (Tafuri & Dal Co [1976] 1980). Más aún, se cuestionó si podrían proporcionar a los seres humanos la base existencial necesaria (Norberg-Schulz [1975] 1983).

legales, en este caso para evitar que el encarecimiento del petróleo y su posterior agotamiento provoquen precisamente la insostenibilidad de los sistemas urbanos. ¿Cómo observar la ciudad para prepararla a una etapa postpetróleo? ¿Qué observar?

Esto nos lleva a abrir aún más la pluridisciplinariedad que conforma el urbanismo para analizar, pensar e intentar intervenir los sistemas urbanos desde otra disciplina, la *energética*, ciencia que trata de la energía, estudio de las transformaciones que han creado y están incesantemente cambiando el universo inanimado y que han sostenido cerca de 4 mil millones de años de evolución de la vida en la Tierra. Esta definición la presenta Smil en *Energy and society* (2008)²¹, uno de los pocos libros que ofrece una exposición comprensiva de este “fundamental y aún difuso” campo de conocimiento, atravesado por las ciencias físicas, biológicas y sociales, la ingeniería y la administración, que nunca ha adquirido la clara identidad de muchas disciplinas reduccionistas.

La energía se entiende desde la física como “la capacidad para realizar un trabajo”, concepto abstracto inventado en el siglo XIX utilizado para describir cuantitativamente una extensa variedad de fenómenos naturales. El diccionario *Larousse* ofrece una definición más amplia: “Potencia activa de un organismo. Capacidad para obrar o producir un efecto”.

Apunta Smil que la mayoría de los estudios relacionados con la energética se han concentrado en los fundamentos de la termodinámica²² y los principios de la bioenergética.²³ Las crisis energéticas de la década de 1970 hicieron que creciera el interés hacia ella, siendo la producción de combustibles de origen fósil, la generación de electricidad, las oportunidades tecnológicas, la eficiencia energética y las implicaciones económicas y consecuencias ambientales y sociales del uso de la energía, algunos de los temas que más atención han recibido desde entonces.

Smil señala que nada debe ser excluido del dominio de la energética:

Cualquier proceso ... puede ser analizado en términos de sus conversiones energéticas subyacentes; cualquier objeto, así como cualquier bit de información, puede ser valorado por su cantidad de energía incorporada y por su contribución potencial a futuras transformaciones energéticas (Smil 2008, p. 1).

A partir de esto propongo que la *energética urbana* debe concentrarse en estudiar:

1. las conversiones energéticas que determinan el funcionamiento de las ciudades o sistemas urbanos;

²¹ Una primera versión de este trabajo se editó en 1991 con el título *General energetics*.

²² Relaciones entre los fenómenos mecánicos y caloríficos.

²³ Transformaciones de la energía en los seres vivos.

2. el contenido o valor energético de las ciudades o sistemas urbanos;
3. cómo pueden las ciudades o sistemas urbanos influir en las transformaciones energéticas, cambios relacionados con la producción, la demanda, los flujos, los depósitos, los usos e impactos de la energía.

Shu-Li Huang & Chia-Wen Chen aportan elementos para desarrollar una teoría de la energética urbana en el artículo “Theory of urban energetics and mechanisms of urban development” (2005). Indican que la importancia de una teoría de la energía y de las actividades de investigación sobre las relaciones entre el flujo de energía y el desarrollo urbano han sido ignoradas: a pesar del trabajo pionero de Patrick Geddes (1915) y de los estudios realizados o encabezados por Howard Odum (1971, 1981, 1996, 2001) y el propio Huang (1998a, 1998b, 2001), una teoría integrada de la interdependencia del desarrollo urbano y el flujo energético está por ser establecida. Con esta intención toman conceptos y principios de la ecología y la noción de *energía*²⁴ para analizar la organización espacial y temporal de los sistemas urbanos y la dependencia del proceso de urbanización de la cantidad y calidad de las energías motoras. La descripción que proponen del “sistema ecológico económico urbano” se fundamenta en: a) sus fuentes de energía, b) su metabolismo, c) su jerarquía energética, d) la relación flujos de energía-dinero, e) los componentes del sistema y las interacciones de los flujos y los depósitos de energía. A través de su modelo sistémico de la energética urbana Huang & Chen buscan obtener: 1) una macroperspectiva del desarrollo del sistema ecológico económico urbano, 2) las características y los mecanismos energéticos de este sistema (Huang & Chen 2005).

Indudablemente la teoría de estos autores indica cómo avanzar en el conocimiento de las conversiones energéticas que determinan el funcionamiento de los sistemas urbanos, de su contenido energético y de cómo pueden influir en el cambio de la producción, la demanda, los flujos, los depósitos y los usos e impactos de la energía, pero no nos dice cómo las ciudades pueden contribuir a futuras transformaciones energéticas si la idea es planificar la transformación. Esta hipotética transformación energética planificada, no consecuencia de la inercia de la urbanización —que es lo que estudian Huang & Chen—, puede plantearse como una *situación considerada preferible*, la cual debe construirse conceptualmente. Entramos a terrenos normativos donde la cuantificación ya no es lo relevante. La cuantificación nos permite, como lo demuestran Huang & Chen, conocer el funcionamiento de la ciudad y nos aportará elementos para visualizar escenarios que pueden presentarse, pero se requieren otras actividades para proponer un modelo que pueda propiciar la sostenibilidad urbana y, más aún, para gestionarlo.

Ahora bien, lo señalado por Maurice Strong en un ejercicio de evaluación de las políticas instrumentadas después de la I Conferencia de las Naciones Unidas sobre los

²⁴ Energía que tiene que ser usada directa o indirectamente para hacer un producto o servicio (Odum & Odum 2001, p. 67).

Asentamientos Humanos (Hábitat I) (Vancouver, 1976), influido también por los efectos del primer *shock* petrolero, nos ayuda a plantear el problema:

Debo enfatizar que la diversificación de las fuentes de energía y la aplicación más efectiva de ésta para las necesidades humanas —esto es, proporcionar más energía para aquellos que la necesitan más— es un problema organizacional tanto como, o más que, un problema técnico (p. 167).

Strong no se concentra en las alternativas tecnológicas que deben adoptarse, sino en la necesidad de construir acuerdos, crear organizaciones e instrumentar políticas que permitan un manejo adecuado de la gestión tecnológica, energética y urbana a nivel internacional (Strong 1978).

Esta reflexión lleva a poner atención no sólo en los flujos y contenidos energéticos de una *situación preferible*, sino en su dimensión institucional. La diversificación de fuentes y la aplicación más efectiva de la energía destacadas por Strong —lo preferible— requieren condiciones, capacidad y voluntad política. Lo que interesa, bajo una perspectiva posnormal, es identificar si existen esas condiciones y capacidad organizacional en los gobiernos para gestionar la transición urbano-energética ante el inevitable cenit de la producción petrolera, condiciones y capacidad que deberán crear y/o mantener.

La idea original de esta investigación era hacer un estudio del metabolismo de diversas ciudades mexicanas en un línea muy similar a la de Huang & Chen, pero la revisión teórica que se realizó, destacando lo expuesto por Strong, llevó a replantear esa primera iniciativa: si la intención es aportar información relevante que pueda influir en la gestión de la transición energética y la sostenibilidad urbana, lo que se debe estudiar en primer lugar es si las instituciones responsables de planificar e instrumentar esa sostenibilidad tienen condiciones para llevar a cabo las acciones requeridas, ya que se podrían aportar datos que podrían ser ignorados si los estudios realizados no forman parte de un proyecto gubernamental integral de gestión urbano-energética.

El primer desafío es construir un marco conceptual que incorpore la transición energética a un mundo pospetróleo como un asunto prioritario, concentrándose específicamente en el tercer objeto de estudio propuesto para la energética urbana: cómo pueden las ciudades o sistemas urbanos influir en las transformaciones energéticas, cambios relacionados con la producción, la demanda, los flujos, los depósitos, los usos e impactos de la energía.

Lo que interesa es identificar cómo se ha planteado la relación urbanismo-energía o sistemas urbanos-energía para construir conceptualmente el modelo urbano pospetróleo y analizar con base en él a las ciudades mexicanas.

Resumiendo: 1) es necesario estudiar la ciudad o sistema urbano desde el campo de la energética con el fin de aportar información que permita entender, plantear y gestionar la transición que el cenit de la producción petrolera hace necesaria, 2) es necesario construir conceptualmente un modelo urbano pospetróleo, el cual responde al nuevo escenario energético mundial y nacional, 3) es necesario poner atención en la dimensión institucional de la gestión urbana con el fin de identificar las condiciones y capacidades de los gobiernos para instrumentar el modelo urbano pospetróleo propuesto, concentrándose específicamente en las ciudades mexicanas.

Objetivos y metodología

Esta investigación pretende:

- 1) Construir conceptualmente un modelo de ciudad teniendo en cuenta de manera especial la cuestión energética.
- 2) Identificar si en México existen condiciones institucionales y capacidad gubernamental para instrumentar el modelo de ciudad propuesto.

Con relación al primer objetivo, la definición del modelo se hizo siguiendo tres ejes: la cuestión energética, la cuestión de la sostenibilidad y la cuestión urbana. La revisión se hizo buscando elementos que permitieran definir un modelo urbano pospetróleo. También se identificaron aspectos que deben tomarse en cuenta para tener una mejor comprensión de la problemática que se busca solucionar.

Dentro de la cuestión energética, se revisaron autores que han tratado la relación energía-sociedad —estudio que podemos definir como energética social—, destacando la obra de antropólogos, sociólogos, economistas y ecólogos. También se estudiaron las transiciones energéticas que ha experimentado la humanidad y su influencia en el proceso de urbanización y se analizaron las tecnologías con las que se propone sustituir al petróleo. La revisión de la energética social se hizo poniendo especial atención a lo expuesto sobre la cuestión urbana.

Dentro de la cuestión de la sostenibilidad, se revisó el discurso de Naciones Unidas, ya que esta organización construyó, planteó y difundió en la década de 1980 el concepto de *desarrollo sostenible* con la intención de superar la crisis ambiental, el cual ha influido transversalmente las disciplinas científicas, los discursos políticos y de los movimientos sociales y el ejercicio de diversas profesiones. Para profundizar en la noción de sostenibilidad se tomó la obra de Joseph Tainter, antropólogo que ha teorizado sobre la sostenibilidad de los sistemas sociales a partir del estudio del colapso de las sociedades complejas, su reflexión no parte del análisis de la crisis ambiental, sino de la interrelación energía-sistemas sociopolíticos. Esta revisión se hizo con la idea de definir un marco adecuado para la gestión urbana.

Dentro de la cuestión urbana, se siguió la propuesta de Sánchez sobre las corrientes del urbanismo para identificar cómo ha planteado la teoría urbana el tema energético. Por otra parte, se buscaron libros y artículos en revistas especializadas que han tratado algún tema o problema que relacione el urbanismo y la energía, escritos que pueden ser considerados como el cuerpo teórico de la energética urbana.

Ahora bien, los ejes energía-sostenibilidad-ciudad se interrelacionan. Así tenemos, por ejemplo, que la teoría de Tainter puede exponerse dentro de la energética social o siguiendo la línea de la problematización de la sostenibilidad de los sistemas sociales; el estudio de las ciudades nos conduce a su consumo y uso de la energía y a sus límites; hablar de energética social es referirse en nuestro tiempo a sistemas urbanos y a su capacidad de reproducción.

Si bien lo común de las investigaciones es presentar un marco teórico que defina y delimite el estudio y bosqueje sus alcances, lo que aquí se busca como un objetivo específico es la construcción de ese marco teórico, no partir de una perspectiva particular o escuela de pensamiento, sino explorar aproximaciones diferentes que permitan formar una idea de ciudad o sistema urbano que considere la mayor cantidad de temas posibles, todos relacionados con la cuestión energética y la búsqueda de la sostenibilidad.

El método que se utilizó para cumplir con este objetivo fue la revisión bibliográfica de fuentes primarias. Se obtuvo información en internet y en el sistema bibliotecario de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), también se visitaron, para hacer consultas específicas, las bibliotecas de la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Azcapotzalco), la Universidad Iberoamericana Ciudad de México, la Universidad Anáhuac (campus México Norte) y la Universidad de las Américas Puebla. La revisión se hizo esencialmente entre septiembre de 2006 y septiembre de 2007. A lo largo de la obra se presentará el título de los libros y documentos en el idioma en que fueron consultados, aunque existan traducciones al español.

Con relación al segundo objetivo, no sólo se estudió a los gobiernos municipales y delegacionales (Distrito Federal), que son los encargados de administrar, planificar y gestionar directamente el desarrollo de las ciudades en el país, también se analizó a los gobiernos de las entidades federativas, ya que participan en la planificación y gestión del desarrollo urbano por el centralismo existente y el manejo de recursos (de manera especial en el Distrito Federal al ser buena parte de su territorio zona urbana), y al gobierno federal, ya que dicta líneas generales de acción a través del Plan Nacional de Desarrollo, las cuales son llevadas a la práctica por los programas de las Secretarías y Comisiones federales existentes.

Específicamente, se analizó si los tres niveles de gobierno cuentan con marcos jurídicos, políticas, planes, programas y recursos humanos para hacer que la situación actual de las ciudades se aproxime al modelo urbano pospetróleo.

El marco constitucional y el gobierno federal se estudiaron consultando la información publicada en los sitios de internet del Orden Jurídico Nacional y de las Secretarías y Comisiones del poder ejecutivo federal.

Los gobiernos municipales, delegacionales y de las entidades federativas, se estudiaron a través de un cuestionario, el cual se diseñó con base en el modelo conceptual de ciudad construido y teniendo en cuenta factores políticos, sociales, económicos, naturales y ambientales que pueden afectar la gestión gubernamental. La idea fue contrastar los temas que plantea la teoría con la situación existente en las localidades seleccionadas. Se optó por presentar preguntas cerradas (Sí / No) para manejar la información recabada con más facilidad. El cuestionario se envió por correo postal y/o electrónico hasta en tres ocasiones (principios de noviembre de 2007, principios de marzo de 2008 y principios de junio de 2008) a los titulares del poder ejecutivo, a quienes se solicitó su contestación o que delegaran esta tarea a algún o algunos funcionarios que conocieran la temática señalada. Se escogió este instrumento metodológico ante la imposibilidad de viajar a todas las ciudades seleccionadas para observar *in situ* su situación y entrevistar personalmente a los funcionarios gubernamentales. Los cuestionarios contestados se recibieron entre el 29 de noviembre de 2007 y el 21 de agosto de 2008.

El criterio para seleccionar las ciudades que se evaluaron fue el siguiente: se identificaron, con información del Consejo Nacional de Población (CONAPO) (CONAPO 2006), los municipios y las delegaciones que hacia el año 2020 tendrán al menos una ciudad (localidad) con una población estimada de 50,000 habitantes o más. El criterio de 50,000 habitantes o más corresponde al Sistema Urbano Principal, subsistema del Sistema Urbano Nacional,²⁵ las localidades que lo conforman son consideradas el eje de la dinámica socioeconómica y demográfica del país. Sólo se consideró a la localidad con mayor población en el caso de los municipios que tendrán más de una, se optó por enviar un cuestionario a sus ayuntamientos para no saturar a los funcionarios gubernamentales. En total habrá en México 222 localidades de 50,000 habitantes y más hacia 2020, se seleccionaron 214. Todas las entidades federativas tendrán hacia 2020 al menos una localidad con 50,000 habitantes o más, por lo que todos los estados (31) y el Distrito Federal fueron incluidos. Se tomó como referencia el año 2020 con la intención de hacer un ejercicio prospectivo a largo plazo teniendo en cuenta que alrededor de ese año podría registrarse el cenit de la producción mundial de petróleo.

Preguntas

A partir de los objetivos planteados se formulan las siguientes preguntas:

²⁵ El Sistema Urbano Nacional está formado por todas las localidades que tienen 15,000 habitantes y más. Además del Sistema Urbano Principal existe otra categoría, el Sistema Urbano Complementario, que integra a las localidades que tienen entre 15,000 y 49,999 habitantes.

- 1) ¿Qué elementos aporta la energética social para entender el funcionamiento de los sistemas urbanos y proyectar de esta manera un modelo que sea consciente de los límites que impone la entropía?²⁶
- 2) ¿Qué modelo de ciudad esboza el avance de la tecnología energética (generación, ahorro y uso eficiente)?
- 3) ¿Las propuestas urbanísticas que han surgido desde el discurso de la ciudad sostenible son adecuadas?
- 4) ¿Cómo ha tratado la teoría urbana la cuestión energética?
- 5) ¿Tienen los gobiernos locales en México la capacidad para instrumentar la transición energética de las ciudades que administran?
- 6) ¿Tienen los gobiernos de las entidades federativas y el gobierno federal en México la capacidad para instrumentar la transición urbano-energética?
- 7) ¿Se cuenta con un marco institucional que favorezca la transición urbano-energética en el país?
- 8) ¿Están las ciudades mexicanas preparadas para transitar a la era pospetróleo y enfrentar un periodo anterior de energéticos caros?
- 9) ¿Se encaminan las ciudades mexicanas a su sostenibilidad?.

Justificación y tipo de investigación

La transición a un mundo de energía cara y posteriormente pospetróleo exige tomar una serie de medidas que permitan adecuar la economía y la dinámica de los asentamientos humanos, especialmente las ciudades, a la nueva situación. Superar la dependencia de los hidrocarburos requiere definir una agenda. Esta tesis busca aportar elementos teóricos y datos concretos para construir esa agenda y señalar los temas que deben atenderse de forma prioritaria en el caso específico de las ciudades mexicanas.

Si bien la cuestión del cenit de la producción mundial de petróleo se viene tratando desde hace más de 50 años, la existencia de reservas y tecnología que ha garantizado el consumo de este hidrocarburo por varias décadas ha restado importancia a las advertencias de Hubbert, Campbell y compañía. Pero, como indica Campbell, el problema no es el agotamiento absoluto del petróleo, sino cuando la demanda no pueda ser cubierta por la oferta de manera definitiva.

Es necesario mirar a los sistemas urbanos bajo una óptica energética para definir los desafíos que deben enfrentar con el objetivo de sustituir al petróleo y hacerlos más eficientes en términos energéticos en general, su sostenibilidad no sólo está en función del cumplimiento de una agenda verde, sino en la capacidad de reorganizar

²⁶ Un sistema aumenta su entropía cuando pierde su capacidad para hacer trabajo útil. La segunda ley de la termodinámica indica que cuando la energía cambia de una forma a otra parte de la energía útil siempre es degradada a una calidad inferior, más dispersa y menos útil. La entropía mide el grado de dispersión de la energía.

su funcionamiento y estructura bajo condiciones económicas adversas y sin la disponibilidad de petróleo barato. La sostenibilidad urbana debe entenderse dentro de los límites que marca la transición energética. La gestión de la sostenibilidad urbana y de la transición energética, que aquí se sintetizan en la noción de gestión urbano-energética, requiere capacidades institucionales específicas. No sólo se plantea un desafío técnico, sino organizacional. La existencia de tecnología y recomendaciones técnicas precisas no garantiza que una ciudad se aproxime a una dinámica sostenible: es necesario contar con un marco institucional que permita la instrumentación de la dimensión técnica.

Al momento de redactar este documento sólo un país ha anunciado oficialmente la implementación de un programa para transitar a una etapa postpetróleo: la Oficina del Primer Ministro del Gobierno de Suecia creó en 2005 la Comisión sobre la Independencia del Petróleo, su meta es cortar el consumo del hidrocarburo hacia 2020. Esta Comisión presentó en 2006 un documento titulado *Making Sweden an oil-free society*, los objetivos generales delineados son: 1) aumentar la eficiencia energética de la sociedad en su conjunto al menos en un 20 por ciento, 2) disminuir el consumo de gasolina y diesel en el transporte vehicular entre un 40 y 50 por ciento, 3) disminuir el consumo de petróleo en la industria entre un 25 y 40 por ciento, 4) no usar petróleo para la calefacción de edificios habitacionales y comerciales (COI 2006). Debe señalarse que el documento sólo considera cuestiones energéticas, no analiza al petróleo como materia prima. Si bien las autoridades de esta nación escandinava reconocen que es muy difícil que los objetivos puedan alcanzarse, indican que con su definición se marca una clara dirección para fundamentar un desarrollo positivo.

México se sigue viendo como un país petrolero. La dramática caída de Cantarell, las complicaciones existentes para seguir extrayendo crudo en todas las regiones petroleras y la crisis financiera-económica-social mundial registrada en la primera década del siglo XXI, relacionada con los mayores precios del hidrocarburo, no han sido suficientes para entender que es necesario plantear el futuro del país a corto, mediano y largo plazo bajo otra perspectiva y siguiendo otros imaginarios. Debe seguirse el ejemplo sueco: instrumentar una estrategia para dejar de depender del petróleo lo antes posible.

Esta investigación intenta mirar a México, concentrándose en sus ciudades, con una perspectiva energética-postpetróleo. Pero más que simplemente “mirar” lo que se busca es señalar el camino que se debe seguir, el estado que se debe alcanzar y el Estado que se requiere para lograrlo. La construcción conceptual de un modelo urbano postpetróleo responde a esta necesidad. Esta construcción utópica debe rescatar lo dicho por otros que han mirado la ciudad concentrándose en su dinámica energética.

Identificar la capacidad que tienen particularmente los gobiernos locales en México para gestionar el modelo urbano postpetróleo es fundamental si la idea es promover

una transición ordenada. Es necesario conocer qué tan lejos o cerca están las ciudades en relación a ese modelo urbano *preferible*.

La falta de una agenda para enfrentar mundial, nacional y localmente el cenit de la producción petrolera justifica explorar esta problemática en una investigación doctoral. El hecho de que comience a plantearse la transición a un mundo —y a ciudades— pospetróleo nos enfrenta con el problema de carecer de estudios previos o de una línea específica de investigación, es decir, tal vez existen algunos estudios, pero de manera inconexa o poco sistematizada. Esto me hace plantear una investigación *exploratoria*, no descriptiva ni explicativa. Una investigación descriptiva busca analizar cómo es o se manifiesta un fenómeno; una investigación explicativa pretende determinar las causas que provocan un fenómeno mediante la comprobación de una o varias hipótesis. No se pretende en esta tesis describir o explicar un fenómeno urbano, la intención es mirar la ciudad concentrándose en aspectos que tienen relación con la producción, la demanda, los flujos, los depósitos, los usos y los impactos de la energía, pero, como se mencionó anteriormente, no interesa cuantificar el consumo energético en relación con estos elementos, sino identificar cómo se puede gestionar una transición energética tomando esos elementos como base del análisis. Por eso se propone como un primer paso hacer un ejercicio teórico que permita definir un modelo de ciudad desde la energética urbana.

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones verificables. Estos estudios en pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos, por lo general determinan tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables y establecen el “tono” de investigaciones posteriores más rigurosas. Se caracterizan por ser más flexibles en su metodología en comparación con los estudios descriptivos y explicativos y son más amplios y dispersos que éstos (Hernández, Fernández & Baptista 1998). Su propósito es recabar información para reconocer, ubicar y definir problemas (Rojas 1998).

Precisamente esto es lo que se busca al mirar la ciudad desde la energética: se pretende marcar una tendencia y abrir el camino para que en investigaciones posteriores se pueda leer la ciudad con más detenimiento, teniendo como objetivo gestionar su sostenibilidad siendo conscientes de los límites energéticos. La intención en parte es rescatar conceptos ignorados y datos que permitan construir una teoría de la energética urbana con una lógica posnormal.

Una de las razones que justifican realizar una investigación exploratoria es cuando la revisión de la literatura revela que únicamente hay guías no investigadas o ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio. Sin duda se han publicado centenas de artículos en revistas especializadas y algunos libros donde se analizan temas que deben considerarse para construir una teoría de la energética urbana, pero

el único texto identificado donde explícitamente se propone establecer esta teoría es el ya comentado trabajo de Huang & Chen (2005). Podemos hablar de la sociología urbana, la antropología urbana, la economía urbana, la ecología urbana, la geografía urbana... pero no de la energética urbana.

En este sentido, es relevante destacar que sólo se encontró un documento del Gobierno de México sobre esta temática más allá de información técnica y estadística, su título es *La energía en los asentamientos humanos*, publicado en 1982 por la ya desaparecida Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), se preparó para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Fuentes de Energía Nuevas y Renovables, celebrada en Nairobi en 1981. La revista *Ciudades*, una de las publicaciones académicas mexicanas y latinoamericanas más importante sobre temas urbanos, editada por la Red Nacional de Investigación Urbana, no ha dedicado ni uno de sus 86 números a la cuestión urbano-energética.

No abundan libros, aun en inglés y francés, que integren la cuestión energética y urbana. De hecho la Asociación Internacional de Urbanistas (Association Internationale des Urbanistes) (AIU) desde su fundación en 1965 sólo ha tratado la relación ciudad-energía como tema central en dos de los 45 congresos que ha organizado: en el XIV Congreso celebrado en Estrasburgo en 1979, que llevó por título “Urbanisme et Énergie”, respondiendo a la crisis energética experimentada en esa década, y en el XLV Congreso que se celebrará en Oporto en 2009, titulado “Low Carbon Cities”, donde se plantea el problema urbano-energético siguiendo la lógica del calentamiento global del IPCC.

Aportar elementos teóricos para construir una energética urbana y datos concretos con la idea de redefinir los marcos institucionales relacionados con la gestión urbana y energética en México, justifican la elaboración de esta investigación. Más aún, se pretende obtener información para enfrentar el riesgo que significa la caída de la producción de un recurso no renovable que se ha vuelto fundamental para la supervivencia de la humanidad. Es una tesis que responde a los límites de la geología, la termodinámica, la tecnología, la ecología, la economía y los patrones de asentamiento que ha adoptado la civilización en los últimos cien años. Es una tesis que reconoce la entropía y los rendimientos decrecientes y también la capacidad de las sociedades humanas para reorganizarse y reinventarse: su sostenibilidad está en función de identificar alternativas a los modelos adoptados, de construir las teórica, técnica, económica, política y culturalmente.

Orden de la exposición

En el capítulo 2 se presentan autores que han analizado la relación energía-sociedad y los elementos que algunos de ellos han aportado para entender los desafíos que debe enfrentar la ciudad en términos energéticos. También se exponen las transiciones energéticas de la humanidad, especialmente las relacionadas con los combustibles de

origen fósil, y cómo el proceso de urbanización ha sido determinado desde el siglo XX por el consumo de petróleo.

En el capítulo 3 se habla de la tecnología que sustituirá al petróleo y sus limitaciones y se presentan las visiones de algunos autores sobre la transición a un mundo postpetróleo. Posteriormente se expone la noción de sostenibilidad de Joseph Tainter, línea teórica diferente al discurso del desarrollo sostenible construido por Naciones Unidas. Se concluye con la revisión de la cuestión de la sostenibilidad urbana exponiendo la evolución del concepto de ciudad sostenible y los desafíos que se presentan desde la energética.

En el capítulo 4 se revisa en primer lugar la teoría urbana para identificar lo que han planteado las corrientes del urbanismo en términos energéticos. Posteriormente se expone el tratamiento específico que se le ha dado a la cuestión urbano-energética desde la década de 1970, ya que la relación ciudad-energía comenzó a analizarse a partir del *shock* petrolero de 1973, se identifican tres etapas en la aproximación al problema: la primera relacionada con la crisis energética, la segunda con la crisis ambiental y el discurso del desarrollo sostenible, y la tercera, que comienza a construirse, con la conciencia del cenit de la producción petrolera.

En el capítulo 5 se responde al primer objetivo de esta investigación construyendo el modelo urbano postpetróleo, urbanismo energético que se divide en los siguientes temas para facilitar el análisis y la exposición: transporte, arquitectura, planeación urbana y uso del suelo, fuentes renovables de energía, ahorro y eficiencia energética, metabolismo urbano. Se trata asimismo el problema de la dimensión institucional de la gestión urbano-energética exponiendo definiciones y reflexiones relacionadas con las nociones de institución y austeridad y el papel de los gobiernos locales en dicha gestión. También se resumen algunos estudios que han tratado específicamente esta dimensión institucional.

En el capítulo 6 se responde al segundo objetivo de esta investigación exponiendo el análisis que se hizo del marco institucional federal, municipal, delegacional y de las entidades federativas en México relacionado con la gestión urbano-energética. Se muestra el análisis del marco constitucional federal y de las iniciativas del gobierno federal y los datos que ofreció la lectura de los cuestionarios aplicados a los gobiernos municipales, delegacionales y estatales.

En el capítulo 7 se exponen las conclusiones generales de la investigación y recomendaciones relacionadas con la gestión urbano-energética en México.