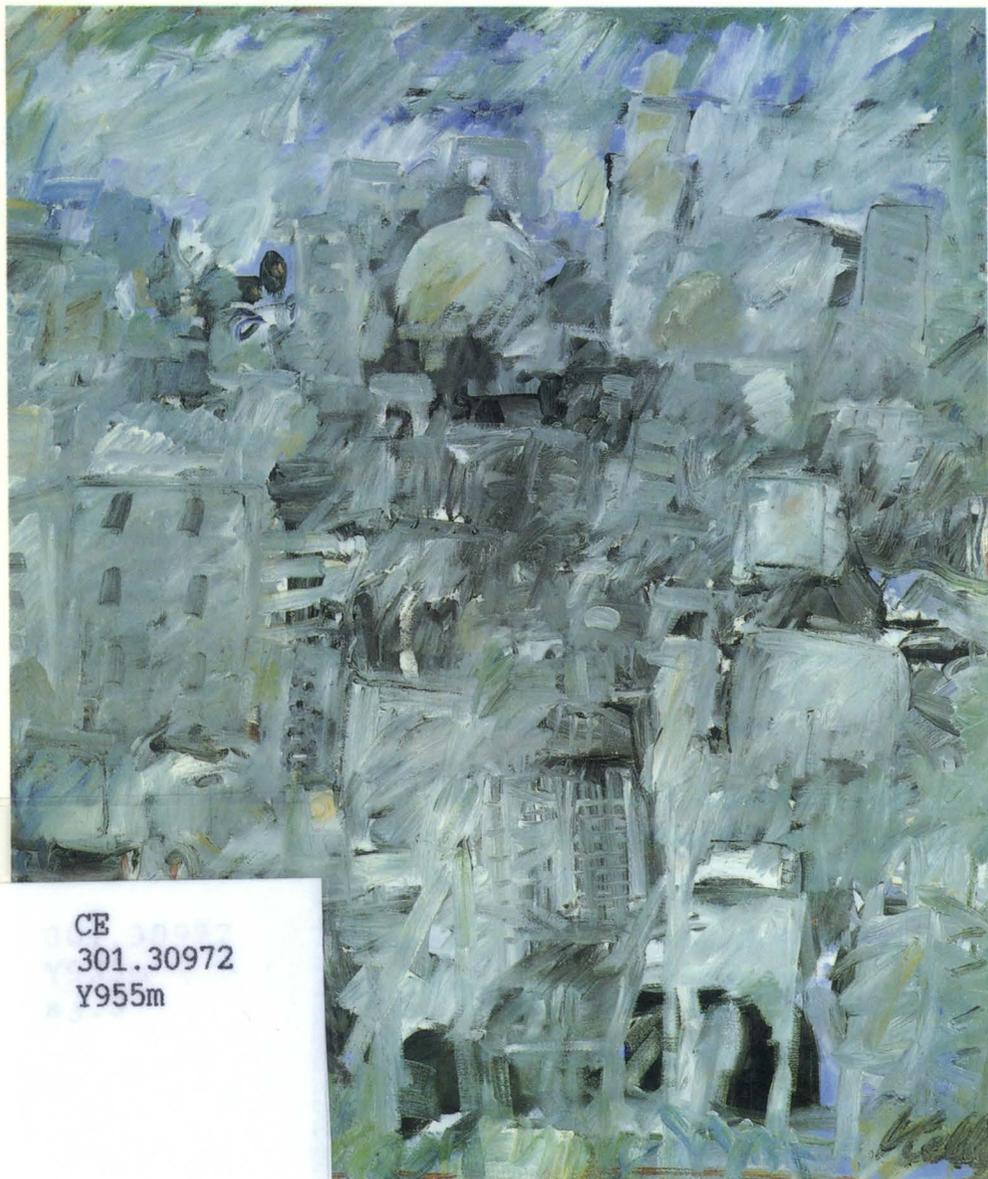


Antonio Yúnez-Naude
compilador

MEDIO

AMBIENTE

problemas y soluciones



CE
301.30972
Y955m

EL COLEGIO DE MÉXICO



3 9 0 5 0 9 1 7 8 6 4 J

Fecha de vencimiento

--

Fr Alba

MEDIO AMBIENTE: PROBLEMAS Y SOLUCIONES

**DONATIVO
FRANCISCO ALBA**

CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MEDIO AMBIENTE: problemas y soluciones

Antonio Yúnez-Naude
compilador

Biblioteca Daniel Cosío Villegas
EL COLEGIO DE MÉXICO. A.C.



EL COLEGIO DE MÉXICO

CE
301.30972
Y955m

El Colegio de México agradece el apoyo económico proporcionado por la Fundación Konrad Adenauer

Open access edition funded by the National Endowment for the Humanities/Andrew W. Mellon Foundation Humanities Open Book Program.



The text of this book is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Portada de Mónica Diez-Martínez
Ilustración de la portada: Phil Kelly, *Sin título*,
óleo sobre tela, 1993, 120 x 100 cm

Primera edición, 1994

D.R. © El Colegio de México
Camino al Ajusco 20
Pedregal de Santa Teresa
10740 México, D.F.

ISBN 968-12-0605-3

Impreso en México/Printed in Mexico

ÍNDICE

Prefacio 9

Introducción, *Antonio Yúnez-Naude* 11

I. LOS PROBLEMAS AMBIENTALES Y LA SUSTENTABILIDAD DEL DESARROLLO

Economía, sustentabilidad y política ambiental, *Gabriel Quadri de la Torre* 21

Reflexiones sobre la biodiversidad genética de las semillas; problemas de análisis y el caso del maíz en México, *Antonio Yúnez-Naude, J. Edward Taylor, Fernando Barceinas* 63

II. LA POLÍTICA AMBIENTAL Y EL CASO DE MÉXICO

Algunas consideraciones sobre el uso de instrumentos económicos en la política ambiental, *Juan Carlos Belausteguigoitia Ríus* 101

Energía, emisiones y precios relativos, *José Romero* 111

La política de protección al medio ambiente en México durante el gobierno de Carlos Salinas de Gortari, *Francisco Gil Villegas M.* 123

III. PROBLEMAS AMBIENTALES DE LAS CIUDADES

La ciudad y la evaluación de impacto ambiental: un enfoque económico, *Gabriel Quadri de la Torre* 141

El medio ambiente en la ciudad de Buenos Aires: problemas y soluciones a nivel de la gestión pública, *Alberto Morán* 171

El manejo integral de los problemas ambientales en Berlín, y la experiencia de la ciudad de México, <i>Eike Duffing</i>	197
Ciudad de México: problemas socioambientales en la gestión del agua, <i>Patricia Romero Lankao</i>	235

PREFACIO

Al editar este libro, respondo a la petición que me hicieron el profesor Adalberto García Rocha (director del Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México) y el doctor Willibold Frehner (representante en México de la Fundación Konrad Adenauer) de preparar y editar para su publicación, los contenidos de los trabajos presentados en el seminario: “Medio ambiente: problemas y soluciones”, organizado por ambas instituciones y presentado en la sala Alfonso Reyes de El Colegio de México, en noviembre de 1992.

Gran parte de los artículos que componen el libro son versiones ampliadas de las ponencias discutidas en el Seminario, que posteriormente el doctor Frehner encargó a sus autores. Las excepciones son el texto de Juan Carlos Belausteguigoitia, que recoge su presentación en tal evento, así como los artículos originales de Antonio Yúnez-Naude, J. Edward Taylor y Fernando Barceinas, y el segundo de Gabriel Quadri.

Sabemos que los fenómenos relacionados con el medio ambiente y la sustentabilidad del desarrollo son complejos y variados, cuyo estudio exige enfoques interdisciplinarios y amplias bases de información y que, en México, los análisis de algunos entre aquéllos, apenas empiezan a elaborarse. Esto, y la naturaleza polémica relativa a las medidas apropiadas para la preservación del medio ambiente, explican la diversidad de enfoques adoptados por los autores y las discrepancias en cuanto a la profundidad con la que cubren sus objetivos. Así pues, algunos de los trabajos incluidos en el libro son generales o descriptivos y otros son propositivos, basados en análisis teóricos o cuantitativos. No obstante, los primeros significan también un aporte, porque proporcionan información sobre los problemas que tratan y porque reflejan los retos que tenemos los investigadores para avanzar en el conocimiento de los problemas ambientales, y por ello, para la formulación de recomen-

daciones viables y eficaces encaminadas al logro de un desarrollo sustentable.

Antonio Yúnez-Naude
México, D.F.
noviembre de 1993

INTRODUCCIÓN

ANTONIO YÚNEZ-NAUDE
El Colegio de México

Son dos las perspectivas sobre la naturaleza de los problemas del medio ambiente y la sustentabilidad del desarrollo que determinan las propuestas existentes sobre la forma en que deberían ser combatidos. En un extremo están los economistas neoclásicos, quienes adoptan la noción de que toda escasez es relativa; en el otro están los que podríamos llamar ecologistas, los convencidos de que la escasez es absoluta.

En términos simples, las visiones pueden interpretarse a partir de los fundamentos del conocimiento específico que las sostienen. Por un lado, los economistas emulan a la física newtoniana, en el sentido de que suponen que un sistema económico puede operar en el equilibrio y moverse para adelante o para atrás hacia cualquier posición de un continuo, determinado por un número infinito de posiciones de equilibrio. Por el contrario, el espíritu de algunos ecologistas es de corte darwiniano, dado que toman al mundo como uno caracterizado por la irreversibilidad, por la inestabilidad y por estar sujeto a cambios impredecibles.

Con estas bases no es fortuito que las recomendaciones de los economistas sobre el medio ambiente estén encaminadas al “uso eficiente” de los recursos naturales, mientras que las de los ecologistas tienen por objetivo la preservación.

La utilización en la economía de los criterios de maximización de los agentes sujetos a una serie de restricciones en un contexto de conservación del medio ambiente, puede plantearse como un proceso de dos etapas: la primera consiste en el establecimiento de algún tipo de arreglo entre agentes y gobierno, que incorpore principios ecológicos coherentes con una política de desarrollo sustentable; una vez establecidas tales reglas y márgenes de acción,

en la segunda etapa los agentes tienen la libertad de adoptar sus decisiones de maximización utilitaristas. Con ello, y según los economistas neoclásicos, la sociedad logrará realizar el mayor desarrollo económico posible, una vez asegurado el cumplimiento de ciertos objetivos sobre la calidad del medio ambiente.

Por su parte, algunos de los ecologistas aseguran que una sociedad administrada como sugieren los neoclásicos no es viable y sí insuficiente, y que la adopción de sus recomendaciones llevará al mundo al colapso ecológico. Su propuesta es entonces preservacionista, al sugerir medidas de control directo que lleven a la minimización del uso del medio ambiente natural.

No es pues de extrañar, que las políticas de desarrollo implícitas en estas dos visiones sean distintas. Mientras que el objetivo de los economistas preocupados por el medio ambiente es el logro de un crecimiento sostenido a partir de la adopción de tecnologías no contaminantes y más eficientes, el de los ecologistas es el de sacrificar el crecimiento para preservar los recursos naturales mediante la adopción de tecnologías a pequeña escala y la redefinición de los derechos de propiedad en favor del Estado o de los grupos sociales con mayor vocación para la preservación.

Así entonces, los neoclásicos proponen el uso de instrumentos económicos en un contexto de mercados libres para lograr los objetivos deseados, y los ecologistas las regulaciones, la normatividad y la creación de instituciones que se encarguen de la preservación.

Es obvio que las dos visiones son extremas y parciales. Por ejemplo, las premisas teóricas del análisis neoclásico lo hacen sólo aplicable a sistemas estables y predecibles, y las propuestas de los ecologistas son costosas, y corren el riesgo de ser autoritarias e ineficaces.*

Cabe agregar que, en el plano mundial, la adopción de medidas unilaterales sobre el medio ambiente, sean encaminadas al logro del uso racional de los recursos naturales o a su preservación,

* La reflexión de los párrafos anteriores está inspirada en el trabajo de Sandra Batie, "Sustainable Development: Concepts and Strategies", en *Papers of the Plenary and Invited Paper Sessions*, XXI International Conference of Agricultural Economists, Tokio, agosto de 1991.

reducen la competitividad del país en cuestión, en el comercio internacional, al menos en el corto y mediano plazos.

Todo lo anterior remite a un problema adicional que tiene que enfrentar cualquier reflexión cuyos objetivos sean los de sugerir medidas de uso sensato de los recursos o de preservación del medio ambiente; me refiero a los aspectos políticos y de acción colectiva —nacionales e internacionales— involucrados con la puesta en práctica de dichas medidas.

La elaboración de una agenda de estudios y de programas de acción sobre el medio ambiente es pues, un reto para los investigadores, para los encargados del diseño de políticas, así como para la sociedad civil y para la comunidad internacional.

Los artículos que forman este libro están dentro de los marcos establecidos por la polémica entre los componentes de los polos neoclásico y ecologista. Aunque en ninguno de ellos se adopta alguna de las dos visiones extremas, los más profundos son los que argumentan a favor o proponen el uso de instrumentos económicos. Esto lo explica, en parte, el dominio actual y la fuerza de los argumentos que sugieren recurrir más a los mercados, además de que, simplemente, sus autores son economistas. Por su parte, el resto de los artículos describen los problemas ambientales en casos o periodos concretos y discuten las medidas para combatirlos, o presentan avances para elaborar diagnósticos profundos que sean la base del diseño de políticas para el logro del desarrollo sustentable.

Así pues, el libro inicia con un artículo de carácter general, pero con una visión económica acerca de los problemas de la sustentabilidad. Quadri enfoca la cuestión a partir del concepto de capital ecológico y critica al componente de la tradición neoclásica que, en sus esquemas sobre el crecimiento, suponía la sustituibilidad —y no la complementariedad— entre éste y el capital económico. Después de hacer un recuento histórico de cómo en la teoría económica se fueron recuperando las consideraciones de los clásicos respecto de la sustentabilidad ambiental del desarrollo, el autor formaliza algunos conceptos de los problemas ecológicos a partir de la microeconomía. Con esta base Quadri discute el alcance y significado de una serie de instrumentos económicos en la política ambiental, analiza los problemas de valuación o adjudicamiento de

precios que cualquier política económica debe resolver, y propone que una forma de hacerlo es mediante la elaboración de sistemas de cuentas nacionales que incorporen al medio ambiente; es decir, al capital ecológico y sus servicios ambientales. El autor concluye con una reflexión sobre los profundos retos que abre a la humanidad la puesta en práctica de una política de desarrollo sustentable, aún la basada exclusivamente en el uso de instrumentos económicos.

El segundo artículo, de Yúnez-Naude, Taylor y Barceinas, es el único en el libro que trata cuestiones relacionadas con la conservación de los recursos naturales en las zonas rurales. En él se estudian los conflictos que hay entre la modernización del agro y el mantenimiento de la biodiversidad genética de los cultivos, con énfasis en el caso del maíz en México. Se analiza empíricamente qué productores y en qué zonas del país han conservado la riqueza genética del grano y se aclaran los problemas para hacer un diagnóstico riguroso acerca del grado de erosión genética del cultivo. Por último, en el artículo se muestra cómo una cuestión local trasciende este plano para convertirse en un problema nacional y global.

Los tres artículos que siguen tratan el caso de México. En su ponencia, Belausteguigoitia adopta una perspectiva similar a la de Quadri, añadiendo una reflexión sobre el por qué en México no han sido utilizados los instrumentos económicos, así como una discusión acerca de las condiciones que podrían facilitar su uso en el futuro.

El artículo de José Romero también se ubica dentro de la perspectiva económica, pero es más concreto que el de sus colegas. A partir de un modelo de equilibrio general dinámico aplicado a la economía mexicana, cuantifica los impactos que tendría en su crecimiento económico la adopción de un impuesto al consumo de energía contaminante, y en especial, al uso de combustibles fósiles. Sus resultados indican que los impactos de tales medidas serían favorables, pues frente a una reducción mínima del ritmo de crecimiento de la economía mexicana, las emisiones de carbono disminuirían considerablemente.

El último artículo de esta parte sobre México, es el de Francisco Gil Villegas. El autor presenta la posición del presidente Salinas en la "Cumbre de la Tierra" celebrada en Río de Janeiro en junio

de 1992, así como las medidas de protección al medio ambiente adoptadas durante su administración. A diferencia de los autores de los artículos previos, Gil Villegas enfatiza las cuestiones de orden político y los aspectos internacionales involucrados en la protección del medio ambiente. Esto lo ilustra con la decisión del presidente de cerrar la refinería de Azcapotzalco en la ciudad de México, con la revisión de los conflictos ambientales de la frontera entre México y Estados Unidos y con los acuerdos paralelos al tratado norteamericano de libre comercio respecto al medio ambiente, que se formularon a raíz de la elección de William Clinton como presidente de Estados Unidos. El autor concluye con una reflexión acerca de los límites a la autonomía estatal tradicional —es decir, la que se refiere al Estado-nación— que el proceso de globalización está imponiendo, y la necesidad de enfrentar los retos de acción colectiva internacional sobre el medio ambiente que tal proceso exige.

En su tercera parte, el libro contiene una serie de reflexiones sobre los problemas ambientales de las grandes ciudades. El primer artículo, aunque hace ciertas referencias a la ciudad de México, es de carácter general, teórico y propositivo, mientras que en el resto se describen los problemas ambientales y las medidas adoptadas para su solución en tres grandes ciudades.

En el artículo teórico, Quadri propone formas de evaluar, dentro de una perspectiva económica, los impactos ambientales del uso del suelo en zonas metropolitanas. A partir del hecho de que los precios no reflejan todos los costos y beneficios sociales involucrados en el uso alternativo del suelo urbano (el recurso escaso por excelencia en una ciudad), el autor presenta una manera rigurosa de generar la información faltante y, con ello, un instrumento para evaluar los costos-beneficios involucrados en los proyectos de urbanización de predios “baldíos”. Quadri añade la necesidad de que, en la evaluación de los impactos ambientales del uso del suelo en las ciudades, se incluya al “marco espacial”. Es decir, propone que un estudio de esta naturaleza debe tomar en cuenta los procesos institucionales involucrados en cualquier proyecto de uso del suelo, así como los efectos que éste produce en los planos geográficos y sectoriales por medio de una serie de interrelaciones que conectan lo

ambiental con lo económico y lo urbano. Según Quadri, al incluirse de esta manera las condiciones específicas urbanas y ambientales, la propuesta enriquecería la evaluación de impactos ambientales, a partir de las “matrices de identificación” comúnmente usadas.

El resto de los artículos que componen la tercera parte son, en cierto sentido, concretos; describen los problemas del medio ambiente, las medidas en curso o los retos que las autoridades enfrentan para su solución en Berlín, Buenos Aires y en la ciudad de México.

Morán hace un recuento del deterioro del medio ambiente en la zona metropolitana de Buenos Aires, así como de los problemas existentes en su gestión ambiental. Las dificultades económicas, políticas, culturales y sociales que enfrenta Argentina, dan cabida al autor para hacer generalizaciones sobre las enormes dificultades que los países del tercer mundo, y los latinoamericanos en especial, tienen que superar para lograr un desarrollo sustentable en los planos urbano y nacional.

Por su parte, Duffing reseña los problemas del desarrollo urbano berlinés y las medidas de control que se han puesto en práctica para superarlos y para evitar su recrudescimiento en el futuro. El artículo hace comparaciones con el caso de la ciudad de México, y con ello, aporta elementos para proponer que es urgente y necesaria la profundización de las medidas de saneamiento y control ambiental de la ciudad más grande del orbe. Conocer la experiencia de Berlín es relevante para las urbes de países en desarrollo por los problemas que enfrentan las autoridades, a raíz de la reunificación de Alemania. A esto hay que añadir el potencial de aprendizaje al respecto, para habitantes y autoridades de la ciudad de México, que abre la reciente firma de cooperación entre el alcalde de Berlín y la regencia de la ciudad de México.

A partir del artículo de Duffing, es evidente que las medidas de mejoramiento de las condiciones ambientales y de planeación urbana llevadas a cabo por las autoridades berlinesas, son directas, es decir, de control (en Alemania las autoridades de la federación y de la Comunidad Económica Europea son las que se encargan de la imposición de instrumentos económicos para el control ambiental). Las estrategias seguidas en Berlín contrastan con los

argumentos expresados en algunos de los artículos previos, sobre las bondades del uso de mecanismos indirectos, económicos, para el control ambiental; por lo que sus contenidos aportarían elementos para una discusión acerca de las formas más adecuadas de intervención gubernamental para enfrentar los problemas ambientales.

El de Patricia Romero es el más concreto de los artículos del libro. La autora presenta una descripción de la historia de las obras hidráulicas de la ciudad de México y de sus impactos en la urbe y en zonas aledañas; también hace una reflexión sobre los problemas de la gestión hidráulica de la ciudad de México y una crítica de los programas actuales para resolverlos. El artículo podría ser, pues, una referencia para estudios rigurosos que analicen los problemas de oferta y demanda del agua en la capital de México, así como los impactos ambientales que una urbe de su tamaño tiene sobre sus propios recursos acuíferos y sobre zonas de las que se extrae y hacia las que se “desecha” el recurso. Por último, con base en el espíritu polémico de la autora y en las limitaciones existentes en la actualidad para analizar las repercusiones de los procesos en curso, de privatización de la gestión hidráulica en la capital mexicana, el artículo podría tomarse como una invitación al estudio de las bondades de la desregulación, o de plano, para sentar las bases para propuestas serias sobre medidas de gestión y control directo de las autoridades de la ciudad.

Por ser un esfuerzo para avanzar en nuestro conocimiento de la situación ambiental y de las medidas para proteger los recursos naturales, no dudo que el libro resulte una aportación para comprender algunos de los problemas fundamentales del medio ambiente, y contribuya al establecimiento de programas viables cuyo objetivo sea sentar las bases para acercarnos a lograr un desarrollo sustentable.

**I. LOS PROBLEMAS
AMBIENTALES
Y LA SUSTENTABILIDAD
DEL DESARROLLO**

ECONOMÍA, SUSTENTABILIDAD Y POLÍTICA AMBIENTAL

GABRIEL QUADRI DE LA TORRE
Secretaría de Desarrollo Social

IDEAS DE REFERENCIA

El mundo asiste a una creciente y abrumadora preocupación por los problemas ambientales; se intuye que éstos cierran el paso al desarrollo y a la supervivencia de las sociedades humanas. Esta simple intuición, ya documentada con datos cada vez menos controvertibles, va levantando día con día efervescencias nunca vistas en la opinión pública, en círculos académicos y en numerosos gobiernos. La nueva información, que copiosamente fluye de las disciplinas ambientales del conocimiento, se entrelaza con las ciencias sociales, especialmente con la economía, para crear un amplio marco interpretativo de la crisis ecológica y de sus alcances históricos. El análisis y la reflexión se desenvuelven en torno a un concepto ambicioso y aún pleno de interrogantes: el desarrollo sustentable;¹ que le da un significado sólido y operativo a la inquietud de la sociedad por el deterioro ambiental.

Algo tan complejo y erizado de interconexiones con todos los ámbitos de la vida social puede definirse, sin embargo, de forma sencilla; una de las definiciones aceptadas es:

El desarrollo sustentable implica no comprometer el sustrato biofísico que lo hace posible, de tal forma que se transmita a las generaciones

¹ World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, Oxford, Oxford University Press, 1988.

futuras un acervo de capital ecológico igual o superior al que ha tenido en disponibilidad la población actual.^{2*}

El capital ecológico es el acervo de sistemas y elementos naturales que tienen una importancia crucial para el desarrollo social y económico y la calidad de la vida; incluye bosques, selvas, suelos, aguas, aire limpio, tierra, equilibrio climático, protección contra la radiación ultravioleta del sol (capa de ozono) y una miríada de recursos. Este ensamble de ecosistemas opera y se mantiene dentro de ciertos umbrales de afectación, más allá de los cuales se rompe su capacidad de autorregulación u homeostasis; todo ello significa un riguroso código de intervención y manejo que debe respetarse para no quebrantar sus bases de permanencia y continuidad.

La economía de tradición neoclásica postuló durante mucho tiempo, en contraste con la tradición ricardiana, que la tierra, los recursos naturales (para nosotros el capital ecológico) y el capital económico eran sustitutos, por lo que a largo plazo no importaba la sobrexplotación o el agotamiento de estos últimos: la escasez de uno no imponía, según estas ideas, límites a la productividad del otro. Los modelos de crecimiento consideraban que el avance tecnológico siempre encontraría o “crearía” nuevos recursos en sustitución de los que se fueran agotando.³ Sin embargo, la evidencia sobre los procesos de deterioro ecológico ha venido a demostrar otra cosa: que el capital económico y el capital ecológico son complementarios más que sustitutos a nivel global⁴ y que, por tanto, no puede pensarse en una economía artificada que prescindiera de la corriente de bienes y servicios ofrecida por la naturaleza. Cada día es más evidente que hemos pasado de una era en que el capital construido por el hombre era el único factor limitante del desarrollo, a otra etapa en que el capital ecológico remanente se convierte en otro factor restrictivo, en algunos sectores, más im-

² D. Pearce *et al.*, *Blueprint for a Green Economy*, Londres, Earthscan, 1989.

* Subrayado por el autor.

³ A. Sen (comp.), *Economía del crecimiento*, México, FCE, 1979.

⁴ H. Daly, “From Empty World Economics to Full World Economics”, en *Environmentally Sustainable Economic Development: Building on Brundtland*, R. Goodland *et al.* (editores), París, OECD, 1991.

portante aún ya, que el capital económico. En estas circunstancias, el más elemental sentido común nos dice que debemos maximizar la productividad del factor más escaso e incrementar su oferta.

El capital ecológico aporta gran cantidad de cosas de carácter vital que se pueden denominar funciones ambientales.⁵ Éstas incluyen la generación de una variedad virtualmente infinita de recursos (funciones de generación de recursos) y la asimilación de desechos (funciones de asimilación). Entre las primeras se cuentan el agua, suelo, aire limpio, madera, celulosa, alimentos, regulación climática, espacio, protección contra la radiación ultravioleta del sol, químicos diversos, etc.; entre las segundas está la capacidad de recibir emisiones contaminantes, descargas, residuos industriales, químicos sintéticos, etc. El desarrollo sustentable implica que todas las funciones ambientales permanezcan en disponibilidad operativa a lo largo del tiempo.

El uso o abuso de una de estas funciones ambientales implica casi siempre sacrificar alguna otra; ejemplo: rebasar la capacidad asimilativa de la atmósfera con emisiones contaminantes nos priva del producto "aire limpio" que la naturaleza nos ofrece. Dado el nivel de actividad económica sobre el territorio y la forma en que ésta se lleva a cabo, las funciones ambientales que presta el capital ecológico han devenido en bienes cada vez más escasos, lo que las ubica por derecho propio dentro del ámbito de competencia de la economía como disciplina, que, precisamente, trata de la asignación de recursos escasos.

TEORÍA ECONÓMICA Y SUSTENTABILIDAD

A los economistas les ha preocupado desde tiempos lejanos las condiciones de reproducción y acumulación de capital; ante ese escenario, hoy en día, el nuevo debate sobre la sustentabilidad ambiental (que aparece ante nosotros como un concepto inédito) puede parecer un caso particular de esa idea de "sustentabilidad" económica. Visto así, la situación se aclara notablemente y el

⁵ J. Tinbergen y R. Huetng, "GNP and Market Prices", en R. Goodland *et al.* (editores), *op. cit.*, 1991.

desarrollo sustentable se presenta como una consecuencia lógica de la evolución de la teoría económica general.

Un antecedente obligado acerca de la importancia de la naturaleza en el proceso de reproducción económica se encuentra en postulados fisiocráticos de siglo xvii, donde se le atribuye a la tierra la capacidad exclusiva de generar excedentes, y por tanto, de permitir acumulación.⁶

Conforme la industria fue ganando terreno, se puso de manifiesto que las manufacturas contribuían también con una parte del producto neto anual. Por otra parte, se cayó en cuenta de que en las manufacturas la naturaleza también forma parte del proceso de producción. La objeción de los clásicos al postulado fisiocrático queda resumida en la siguiente afirmación de David Ricardo:

¿No hace nada la naturaleza para el hombre en las manufacturas? ¿Es que no son nada los poderes del viento y del agua, que impulsan nuestra maquinaria y ayudan a la navegación? ¿No son ellos dones de la naturaleza?, para no mencionar los efectos [...] de la descomposición de la atmósfera en los procesos del tinte y de la fermentación. No puede citarse ningún proceso de fabricación en el cual la naturaleza no brinde su ayuda al hombre, y la brinde, además, de manera generosa y gratuita.⁷

Encontramos en este párrafo la causa del abandono por parte de los clásicos del postulado de que sólo la tierra crea valor. Los bienes ambientales a los que se refiere Ricardo no tienen derechos de propiedad exclusivos, por lo cual su aportación al valor del producto final no puede ser cuantificada; como él mismo dice, la naturaleza presta estos servicios de manera gratuita. Por eso Ricardo concluye que la naturaleza no es la fuente del valor, sino el trabajo.

Pero a pesar de ello continúa considerando a la tierra como un elemento insustituible en la producción y cuya disponibilidad es invariable. Para él no existía la sustitución de factores de producción ni la homogeneidad de los mismos. Debido a esto, la disponi-

⁶ W. Petty, *A Treatise of Taxes and Contributions*, Londres, 1667, p. 23. Citado por Carlos Marx en *Teorías sobre la plusvalía*, México, FCE, 1980, p. 331.

⁷ D. Ricardo, *Principios de economía política y tributación*, México, FCE, 1959, p. 58.

bilidad de tierras permanece fija, dando lugar al ingreso denominado renta, distinto de la ganancia. La característica distintiva del factor tierra es la de no poder producirse, como el capital o el trabajo. En este punto, los clásicos diferían de los economistas modernos, pues para los segundos la tierra es un bien de capital y la renta una forma particular del pago a los factores de producción, mientras que para los primeros la tierra es un factor de producción distinto del capital. Ésta es una diferencia crucial porque explica, en parte, la ausencia de un planteamiento ambiental en la ciencia económica durante el siglo XIX y principios del XX. Tenemos entonces que los clásicos, aunque ponen en el centro de sus intereses las relaciones entre los hombres, siguen aceptando la existencia de límites impuestos por la naturaleza a la acumulación del capital.

Ya durante el siglo XIX, los avances en la productividad agrícola condujeron al abandono de la visión clásica sobre la sustentabilidad. El uso de fertilizantes químicos, irrigación por bombeo, y equipos motorizados, permitió salvar el obstáculo de los bajos rendimientos, asegurándole al sistema productivo una expansión aparentemente ilimitada. La noción de que la tierra podía ser efectivamente sustituida por el capital y que, en última instancia, no era sino una variante del mismo, llegó a convertirse en un axioma ampliamente aceptado. Así, los factores de producción quedaron reducidos al capital y al trabajo con sustitución perfecta entre sí.

Otro factor que sin duda influyó en el surgimiento de la nueva teoría neoclásica del valor subjetivo, fue el desarrollo del sector financiero y de servicios, el cual, por lo menos en apariencia, crea valor sin necesidad de la intervención de ningún elemento natural. A partir de ahí, la ciencia económica se emancipa de las limitaciones naturales a la acumulación del capital.

Sin embargo, la ausencia de consideraciones ambientales en la teoría económica comienza a subsanarse durante la segunda década del siglo XX, con la aparición de la economía del bienestar y el estudio de los costos sociales, las externalidades (costos no incorporados en los precios de mercado y transferidos fuera de algún proceso de producción o consumo) y de la dinámica económica. Un objetivo de los economistas del bienestar era encontrar una manera de medir el ingreso nacional que incluyera aquellos bienes

o males sociales no incluidos en las transacciones monetarias. Ya en 1920, Cecil Pigou discutía la exactitud de las mediciones de la renta nacional elaboradas con base únicamente en las transacciones monetarias. Pigou subraya la influencia de los servicios no pagados y de los bienes no comerciados en el bienestar social, los cuales no forman parte de la contabilidad nacional. De la misma manera, al referirse a los costos no pagados, menciona la paradoja de que “la destrucción de la belleza natural debida a la extracción de carbón [...] deje el ingreso nacional intacto, aunque si se hubiera cobrado un cargo por alterar el paisaje, éste se habría reducido”.⁸

Para corregir esta distorsión, Pigou propone el cobro de una compensación por los daños causados (impuesto pigouviano). Así, el producto privado iguala al producto social y es posible contar con una medida adecuada del ingreso nacional. En su obra *The Economics of Welfare*, Pigou aborda la necesidad de “mantener el capital intacto”, para asegurar la sustentabilidad. En este punto propone un ejemplo cuya actualidad no puede ser ignorada: “De nueva cuenta, en la medida en que cualquier cultivo desgasta las facultades productivas del suelo, el valor del ingreso [calculado de acuerdo con el criterio explicado anteriormente] será menor al valor del producto neto agregado, en una magnitud igual al costo de reponer aquellos ingredientes químicos que se han sustraído.”⁹

Es muy difícil negar que aquí tenemos, inequívocamente, una referencia directa a la importancia de preservar el acervo de recursos naturales como requisito para mantener el proceso económico y, al mismo tiempo, una idea de lo que conocemos como capital natural o capital ecológico. Pigou, incluso, se internó en el campo de la reflexión sobre la “sustentabilidad” en el uso de recursos no renovables, en los siguientes términos: “se debería hacer una deducción [del valor de la renta nacional] igual al exceso del valor que los minerales utilizados durante el año tenían en su situación original, sobre el valor que lo que queda de ellos tiene para el país después de haber sido usados”.¹⁰

⁸ A. C. Pigou, *The Economics of Welfare*, Londres, MacMillan, 1960, p. 33.

⁹ *Ibid.*, p. 183.

¹⁰ *Ibid.*, p. 39.

Sin duda esta es una definición un poco rebuscada, pero podría considerarse como la primera aproximación al “costo del usuario”, cuya formulación teórica ya sobre una idea de sustentabilidad se debe a El Serafy, asunto sobre el que volveremos en páginas ulteriores. Observamos entonces como el análisis de una categoría fundamental de la ciencia económica (el ingreso nacional) y su evolución en el tiempo, condujeron a Pigou a enfrentar la cuestión de la sustentabilidad.

En 1930 Hotelling investiga los problemas de manejo de los recursos agotables o no renovables. Comienza afirmando que “la teoría del equilibrio estático, tan bien desarrollada hoy en día, es completamente inadecuada para una industria en la cual el mantenimiento indefinido de una tasa de producción es físicamente imposible. ¿Qué parte del flujo de efectivo proveniente de una mina debe considerarse como ingreso y qué parte como capital?”¹¹

Hotelling analiza la maximización del valor social del recurso bajo condiciones de competencia perfecta, monopolio y duopolio. La condición de sustentabilidad ofrecida por él es que “el ingreso neto consiste en el valor de las ventas del material extraído (una vez deducidos los costos de explotación), menos el decremento en el valor de la mina”.¹²

En otras palabras, la sustentabilidad queda asegurada cuando la deducción por concepto de agotamiento determina un ingreso neto igual al interés sobre el valor total de la inversión en ese momento.

Este mismo concepto fue explicado por Hicks en 1939, pero en términos más generales. Estáticamente hablando, el ingreso es la cantidad de dinero que puede gastar un agente sin empobrecerse. Pero al introducir las expectativas sobre la tasa de interés y los precios la cuestión se complica considerablemente. Los cambios en la tasa de interés obligan a diferenciar una parte de las entradas de un individuo como capital y otra como ingreso, ya que de lo contrario se podría incurrir en una descapitalización si ésta bajara y se continuara gastando lo mismo. Hicks toca especialmente el

¹¹ H. Hotelling, “The Economics of Exhaustible Resources”, en *The Collected Economics Articles of Harold Hotelling*, Nueva York, Springer Verlag, 1990.

¹² *Ibid.*, p. 88.

punto de los bienes duraderos, el cual puede ser trasladado al tema de la sustentabilidad ambiental, usando como ejemplo a un individuo que “está usando su acervo existente de bienes de consumo duradero, y no adquiere nuevos, (por tanto) al final de la semana se encontrará en peor posición”.¹³

Ello quiere decir que al analizar el gasto deberá diferenciarse la parte correspondiente al consumo y la correspondiente a la inversión. De esta manera queda planteado el concepto de sustentabilidad en los términos que actualmente se maneja. El hecho de que no esté referido explícitamente al ámbito ambiental no le resta mérito, pues la economía ambiental moderna únicamente se ha limitado a superponerlo a los problemas actuales.

Cuarenta años después de Pigou, en 1960, Ronald Coase cuestionó la validez de los impuestos pigouvianos para el tratamiento de externalidades (como lo son los problemas del medio ambiente). Su argumento queda resumido en el llamado teorema de Coase, donde afirma que “bajo competencia perfecta, los costos sociales y los privados son iguales; suponiendo que los costos de transacción son nulos”.¹⁴

Como se ve, esta afirmación niega el planteamiento pigouviano, el cual postula la necesidad de la intervención estatal, por medio de impuestos, para igualar los costos sociales y privados. Coase desarrolla consistentemente su crítica y demuestra que los impuestos pigouvianos no maximizan el producto social. Desde su punto de vista, lo importante no es cobrar compensaciones por los daños ambientales ocasionados, sino determinar si dichas compensaciones son mayores o menores que el producto que deja de generar el contaminador como consecuencia del cobro del impuesto. Para Coase, contaminar es hacer uso de un factor de producción; por ello el contaminador está en condiciones de recibir un pago equivalente al costo de suspender el uso de uno de sus factores. De ahí que la solución óptima no sea siempre el cobro al contaminador, sino también el subsidio.

¹³ J. Hicks, *Valor y capital*, México, FCE, 1976, p. 214.

¹⁴ R. Coase, “Notes on the Problem of Social Cost”, en *The Firm, the Market and the Law*, Chicago, University of Chicago Press, 1988, p. 158.

Es necesario aclarar que el teorema de Coase sólo es válido cuando los derechos de propiedad están perfectamente definidos, y cuando es posible identificar con precisión al contaminador, para efectos de iniciar el proceso de negociación. Además, cuando la negociación se lleva a cabo entre más de dos partes, no es seguro que se alcance el óptimo. Finalmente, sabemos que el supuesto de costos de transacción nulos es irreal.

La manifestación inmediata de las externalidades como desechos arrojados al ambiente, hizo necesaria la introducción del análisis de los flujos de materiales. Fue Boulding¹⁵ quien, en 1966, puso de manifiesto la utilidad de este enfoque en el análisis económico ambiental, pero la primera aplicación formal del modelo de insumo producto se debe a Wassily Leontief.¹⁶ Este modelo permite evaluar el efecto sobre el nivel de emisiones de industrias particulares, ocasionado por cambios en la demanda final; también se pueden estimar los efectos de medidas anticontaminantes sobre los precios. Más recientemente, a partir del modelo de insumo-producto se han desarrollado modelos de equilibrio general donde es posible relacionar y trazar influencias recíprocas entre precios, cantidades e ingresos, y simular los efectos que diferentes escenarios de política ambiental tienen sobre la estructura sectorial de la economía, el nivel de precios y la distribución del ingreso.

A pesar de esta riqueza de antecedentes, los primeros pasos dirigidos a la formulación de una teoría del desarrollo sustentable se deben a Pearce, Markandía y Barbier.¹⁷ En 1989 estos autores sistematizaron los diversos conceptos que se habían planteado a raíz del informe Brundtland (reporte de la Comisión de Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, presidida por Gro H. Brundtland, primera ministra de Noruega) y los ubicaron en un marco teórico consistente. Uno de los aspectos más importantes de este trabajo es que vuelve a considerar los límites ambientales de la acumulación de capital y aborda la contradicción existente entre el

¹⁵ K. Boulding, "The Economics of the Coming Spaceship Earth", en H. Jarret (comp.), *Environmental Quality in a Growing Economy*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1966.

¹⁶ W. Leontief, "Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach", en *Review of Economics and Statistics*, agosto de 1990.

¹⁷ D. Pearce et al., *op. cit.*

crecimiento económico y el ambiente. Los autores de “Blueprint for a Green Economy”, señalan el hecho de que:

Si el PNB aumenta, eso es crecimiento económico. Pero el PNB está construido de una manera que lo divorcia de una de sus funciones implícitas: indicar, por lo menos gruesamente, el nivel de vida de la población. Si la contaminación daña la salud y los gastos en este rubro aumentan, eso se considera un incremento en el PNB (un aumento en el ‘nivel de vida’), no una disminución.

Hay que decir que estos nuevos teóricos del desarrollo sustentable no aceptan limitar el crecimiento económico en aras de la preservación del ambiente como propuso el Club de Roma en 1972.¹⁸ Por el contrario, en la medida en que la calidad ambiental es un requisito vital del crecimiento económico, crecimiento y desarrollo pueden ser compatibles. Hacer realidad esta compatibilidad potencial es explícitamente el objetivo del desarrollo sustentable. No se trata de frenar el proceso de acumulación, sino de encauzarlo para que no autocancele su viabilidad futura.

Vistas así las cosas, nos damos cuenta de que la esencia de la cuestión sigue siendo, como se dijo al inicio de este trabajo, la identificación de las condiciones necesarias y suficientes para el desenvolvimiento ininterrumpido y ampliado de la actividad económica. Por ello, al identificar la preservación del acervo de recursos ambientales como una de las condiciones de la sustentabilidad, no se duda en designarlos como “capital natural”. Al otorgarle al medio ambiente la categoría de capital,¹⁹ el problema puede plantearse en los mismos términos en que los economistas lo han hecho desde mucho tiempo atrás: ¿Qué parte del producto anual debe considerarse como un aumento neto de la riqueza y qué porción se destina a la reposición del capital consumido en el proceso?

Paralelamente, al volver a reconocer que el capital natural y el artificial no son sustituibles, la ciencia económica recupera su “fisicalidad”, a la manera de los clásicos y los fisiócratas. Y no sólo eso; la necesidad de evaluar económicamente los servicios presta-

¹⁸ D. Meadows *et al.*, *Los límites del crecimiento*, México, Club de Roma, FCE, 1972.

¹⁹ D. Pearce *et al.*, *op. cit.*

dos por el medio ambiente es una aceptación tácita de que la naturaleza crea "valor", aunque probablemente no en los mismos términos en que lo entendían los fisiócratas.

Sería erróneo pensar que el desarrollo sustentable se reduce al retorno de las categorías clásicas y fisiocráticas. Después de todo, los fisiócratas nunca consideraron al medio ambiente como tal, sólo tomaban en cuenta a "la tierra" como creadora de riqueza por su relación con la renta. Los clásicos, por su parte, aceptaban que la tierra era una limitante de la sustentabilidad económica pero ya no consideraban a la naturaleza como fuente de valor. La innovación del desarrollo sustentable reside en ampliar las aportaciones de esas escuelas y en vincularlas al instrumental matemático propio de la teoría neoclásica.

A pesar de lugares comunes muy recurrentes donde se proclama una supuesta crisis del paradigma económico neoclásico debido a una pretendida incompetencia para asumir los desafíos del desarrollo sustentable, puede verse cómo la economía y los economistas han estado aproximándose, por diversos caminos, a la definición de las condiciones de sustentabilidad económica desde hace mucho tiempo. Que no nos extrañe, por tanto, que hoy por hoy, la economía se vaya convirtiendo en una de las más importantes vetas de interpretación de los problemas ambientales y de formulación de políticas públicas para confrontarlos.

Como se ve, aunque aún estamos lejos de contar con una macroeconomía ambiental bien desarrollada, sus primeras manifestaciones ya están a la vista. En lo inmediato, una teoría económica del desarrollo sustentable tiene ante sí un buen número de retos: la construcción de modelos de equilibrio general que incluyan al capital natural es uno de ellos; la elaboración de una teoría del valor suficientemente amplia como para explicar los diversos "valores" que pueden asumir los bienes y funciones ambientales es otro.

EXTERNALIDADES E INSTRUMENTOS ECONÓMICOS

Una vez hecho un reconocimiento de los caminos abiertos por la economía para abordar los problemas de la sustentabilidad am-

biental del desarrollo, conviene formalizar algunos conceptos e interpretaciones de los problemas ecológicos, preparando así el terreno para comprender el significado y alcance de los instrumentos económicos en la política ambiental.

El medio ambiente (recursos ambientales) es algo que puede considerarse como un bien económico, crecientemente escaso. La degradación ecológica ocurre como resultado de fallas en los mecanismos de mercado o de externalidades en la producción y en el consumo: el costo ambiental es trasladado a otros, lo que hace diferir a los costos privados (que enfrenta cada empresa o individuo) de los costos sociales. El sistema de precios, que orienta decisiones, no proporciona información sobre el medio ambiente, por lo que las conductas económicas ignoran y tienden a contraponerse a la protección ecológica. Las economías regional y nacional se van estructurando con distorsiones ambientales, lejos de lo que ahora se denomina desarrollo sustentable.

Bajo condiciones de racionalidad, maximizando el bienestar o utilidad (U); la sociedad producirá satisfactores materiales (X) pero provocando un nivel de daño ambiental (Q) indeseable, el cual depende del impacto (emisiones, descargas, grado de explotación de recursos) (E) generado en los procesos productivos. A su vez, esta función de producción depende del trabajo, tecnología y capital (L); del volumen de impactos permisibles o posibles (E); y, del propio nivel de daño (Q) que sufren los sistemas biofísicos. Así, planteando algunas variables y relaciones ya conocidas en la literatura, tenemos que:

$$U = U(X, Q)$$

donde

$$X = X(L, E, Q)$$

$$Q = Q(E)$$

y

$$U_X = \frac{\partial U}{\partial X} > 0, \quad U_Q = \frac{\partial U}{\partial Q} < 0, \quad X_E = \frac{\partial X}{\partial E} > 0, \quad X_Q = \frac{\partial X}{\partial Q} < 0$$

$$Q_E = \frac{\partial Q}{\partial E} > 0, U_E = \frac{\partial U}{\partial E}$$

Para maximizar U se debe considerar la condición

$$(U_X, U_Q) = (0, 0)$$

Ya que

$$U_E = U_X(X_E + X_Q Q_E) + U_Q Q_E,$$

tenemos

$$X_E = - \left[X_Q + \frac{U_Q}{U_X} \right] Q_E$$

Por otro lado, dado que $U_Q = 0$

$$U_X X_Q + U_Q = 0.$$

así que

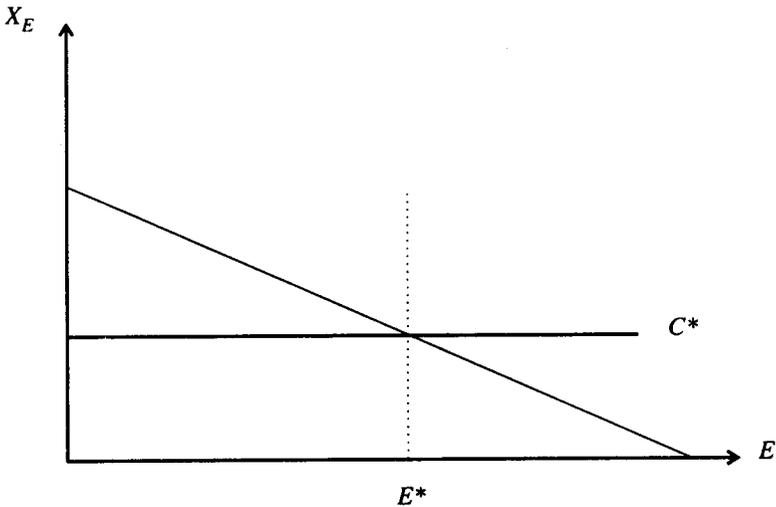
$$X_Q = - \frac{U_Q}{U_X}.$$

Por lo tanto, sustituyendo el valor de X_Q en X_E , concluimos que $X_E = 0$.

De esta forma, los productores tenderán a impactar al capital ecológico y a los recursos ambientales, como factor de producción, hasta el punto donde su productividad marginal X_E sea igual a cero (por la ausencia de precios que reflejen los costos sociales relevantes, C^*). Como se puede ver, aquí hay una falla del mercado, que provoca que el nivel de impactos ambientales sea, muy probablemente, superior a lo aceptable u óptimo (E^*).

Esto se aprecia en la gráfica, donde la recta con pendiente negativa representa el producto marginal derivado de la utilización de bienes y servicios ambientales a través de emisiones, descargas

o explotación de recursos. Esta función se intersecta con una curva (recta) que refleja los costos sociales relevantes, proyectándose hacia un nivel E^* (óptimo) de utilización de estos bienes y servicios ambientales. Como se ve, este último es menor al punto en el que el producto marginal X_E es igual a cero, hacia donde tendería la actividad del productor en ausencia de una curva relevante de costos sociales.



En este marco, la política ambiental tiene, explícitamente o no, el objetivo de corregir esas fallas y distorsiones, intentando que se internalice algún nivel de costos ambientales. Esto se hace normalmente echando mano de diferentes mecanismos e instrumentos normativos y económicos. Hablemos de estos últimos.

Un instrumento o mecanismo económico cambia la estructura de costos y beneficios percibida por productores y consumidores, y, por tanto, tiende a modificar las conductas predominantes de producción y consumo en beneficio del medio ambiente. Entre los incentivos económicos más relevantes se pueden citar:

- impuestos sobre emisiones
- impuestos sobre productos

- derechos de uso o acceso
- mercados de derechos
- sistemas de depósito/reembolso
- contratos privados
- privatización
- subsidios (en el caso de externalidades positivas)
- fianzas y seguros.

Impuestos sobre emisiones o descargas*

Éstos consisten en la fijación de una tasa impositiva sobre una cierta cantidad o volumen de algún contaminante emitido a la atmósfera, aguas superficiales o suelos. Aquí, subyace la idea pigouviana de hacer que los impuestos sean equivalentes al valor social real de los recursos o de las externalidades generadas por alguna actividad. La autoridad determina el “precio” del ambiente, mientras que los productores contaminan hasta el punto en que los impuestos que estén pagando sean iguales a los costos marginales de control de sus emisiones o descargas. Si el impuesto tiene la magnitud requerida, se cumplirán los objetivos ambientales.

Como ejemplos representativos están los impuestos sobre la emisión de NO_x por parte de fuentes industriales en Suecia, sobre descarga de aguas residuales en Francia, Alemania y Holanda y sobre estiércol en Holanda; también se puede citar el debatido *carbon tax* que muy probablemente se instituya en Europa y que apunta a reducir las emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera que se generan por la quema de combustibles fósiles.²⁰

Los impuestos sobre emisiones o descargas cambian las conductas económicas, generan ingresos fiscales y son flexibles en su aplicación, además de que promueven la innovación tecnológica al crear un estímulo permanente para abatir las emisiones contaminantes. Sin embargo, debe decirse que sólo resultan operativos cuando hay una capacidad grande de reacción por parte de los actores involucrados (que sepan y puedan modificar sus tecnolo-

* Véase el cuadro de las páginas 47-49.

²⁰ OECD, *Environmental Policy: How to Apply Economic Instruments*, París, 1991.

gías), y bajo circunstancias en que es posible monitorear de manera continua y creíble las emisiones de cada agente, esto es, cuando se trata con pocas fuentes estacionarias industriales, o con plantas termoeléctricas. El potencial de ahorro o de minimización de costos sociales será mayor cuanto mayor sea la diversidad de costos marginales de control de la contaminación que presenta cada una (de lo contrario, procedería imponer una norma común a todas).

En este caso, es obvio que los costos de monitoreo y de observancia (*enforcement*) pueden ser grandes, incluso similares o superiores a los que demandaría un sistema normativo. Debemos llamar la atención, también, por un lado, sobre la necesidad de diferenciar regionalmente los niveles de impuesto, de acuerdo con las preferencias sociales y las capacidades de asimilación del ambiente en cada zona. Por otro, deben tomarse en cuenta las condiciones de cada mercado en que operan las empresas, ya que los efectos de un mismo impuesto pueden variar dependiendo de si se trata de productores competitivos, oligopólicos o monopolísticos.²¹ Por último, es preciso saber que fijar un impuesto óptimo de primera mano es algo sumamente improbable en este campo, por lo que siempre habrá que hacer frente a la necesidad de modificar y ajustar los niveles del impuesto, lo que sin duda tiene importantes costos políticos y administrativos.

Impuestos sobre productos

Estos consisten en aplicar un impuesto a ciertos productos cuyo proceso, materiales o canales de disposición final ejercen impactos ambientales considerables; cada usuario o agente va a pagar el impuesto hasta el punto en que éste sea equivalente al beneficio o satisfacción marginal que le reporta su consumo o su utilización. Entre los ejemplos más ilustrativos de ellos se pueden citar los impuestos a plaguicidas y a fertilizantes químicos en Noruega y Suecia, a aceites en Alemania, al contenido de azufre en los

²¹ M. Cropper y W. Oates, "Environmental Economics: A Survey", en *Journal of Economic Literature*, junio de 1992, pp. 675-740.

combustibles en Francia, a los combustibles automotores en Finlandia y Suecia, a la gasolina con plomo en varios países europeos, y a los envases no retornables en Finlandia.²²

Los impuestos ambientales directos a los productos inducen cambios favorables en los patrones de consumo y en las tecnologías de producción, al modificar el sistema de precios relativos, generan ingresos fiscales, y sobre todo, son aplicables a procesos de consumo o producción muy atomizados y heterogéneos, con un número muy grande de agentes que resultaría imposible regular normativamente o bajo un sistema de impuestos a las emisiones o a los impactos que cada uno genera; en este sentido, puede decirse que sustituyen con ventaja a los impuestos sobre emisiones. Además, son flexibles y fáciles de instrumentar, aparte de que se montan sobre las estructuras institucionales y organizativas vigentes, sin introducir complejidades extraordinarias a las instancias administrativas existentes.

Los impuestos sobre productos cumplen con los principios generalmente aceptados para los instrumentos de política fiscal: son transparentes, por lo regular tenderán a ser equitativos y progresivos; además son eficientes, al tener un costo administrativo bajo y un potencial recaudatorio que puede ser muy considerable (por ejemplo, en el caso de los combustibles). Operan ventajosamente cuando se trata de bienes de consumo de utilización masiva, a gran escala, y que observan elasticidades de demanda razonablemente altas ante la existencia de posibilidades de sustitución; no son recomendables para productos muy tóxicos (es preferible su prohibición total). Debemos advertir el temor de que este tipo de instrumento provoque desventajas competitivas en materia de comercio internacional, que parecen ser exageradas,²³ además de un golpe inflacionario (aunque éste sería de una sola vez); no está por demás recomendar que deben vigilarse, y en todo caso, compensarse posibles impactos redistributivos adversos.

²² OECD, *op. cit.*

²³ R. López, "The Environment as a Factor of Production: The Economic Growth and Trade Policy Linkages", en *International Trade and the Environment*, Washington, World Bank, 1992.

Normalmente se considera que este tipo de instrumento debe ser neutral desde el punto de vista fiscal, esto es, que no debe aumentar el volumen de recaudación total, por lo que es necesario aparejarlo con reducciones en impuestos convencionales como el IVA o los impuestos sobre ingresos o utilidades. Es interesante señalar que este tipo de impuestos ecológicos presentan ventajas interesantes sobre los gravámenes convencionales; no desalientan el ahorro, ni la inversión ni las actividades productivas, y, por tanto, no tienen efectos multiplicadores negativos;²⁴ son eficientes dado que la relación entre el costo administrativo y el impacto recaudatorio es más favorable; pueden tener mayor aceptación política, esto es, el contribuyente preferirá que su carga fiscal se imponga sobre productos en los que puede economizar y no sobre sus ingresos. Para aumentar el nivel de aceptación de estos nuevos gravámenes, se les puede interpretar, en determinadas circunstancias, como *cuotas* de acceso o uso de algún recurso, como puede ser la capacidad de carga de la atmósfera, el espacio o la infraestructura urbana, la biodiversidad, etcétera.

El etiquetar para fines ambientales los recursos fiscales obtenidos mediante estos nuevos impuestos es algo debatido, cuya conveniencia va a depender de cada situación. Una excepción se presentaría cuando se tratara de bienes o recursos no renovables cuyo agotamiento es inevitable; aquí, un impuesto podría representar el costo del usuario,²⁵ y, de acuerdo con criterios de sustentabilidad, tendría que ser canalizado a promover la creación o el desarrollo de sustitutos o de alternativas tecnológicas.

Derechos de uso o acceso

Éstos son cobros que se fijan por utilizar cierta infraestructura común, como lo pueden ser sistemas de drenaje, vialidades, plantas de tratamiento de aguas o instalaciones de manejo de desechos

²⁴ R. Repetto *et al.*, *Green Fees: How a Tax Shift Can Work for the Environment and the Economy*, Washington, WRI, 1992.

²⁵ E. S. Salah, "Sustainability, Income Measurement and Growth", en R. Goodland *et al.* (editores), *op. cit.*

industriales; permiten financiar la operación y ampliación de la infraestructura y regular y optimizar el acceso a ésta. Pueden requerir de tecnologías muy sofisticadas de control y verificación; ejemplo de ello serían los sistemas de teledetección electrónica de vehículos para el registro y cobro de cuotas; sin embargo, éstas son cada día más baratas, simplificadas y accesibles.

Sistemas de depósito/reembolso

Se refieren a cargos de depósito fijados sobre envases, productos de alto impacto ambiental cuya disposición final es necesario controlar, y materiales reciclables o reutilizables; el depósito se redime una vez que el usuario, consumidor, o un mayorista retornan el producto o los materiales a centros de acopio o de disposición final. De esta forma se introduce un estímulo claro en favor de una disposición final adecuada y del reciclaje o uso múltiple, además de que se tiende a reducir el flujo de desechos. Algunos ejemplos significativos de este mecanismo se dan en el caso de los coches usados en Suecia y Noruega, y de envases y baterías en un buen número de países.²⁶

Los sistemas de depósito/reembolso deben cuidar mucho que la recolección y acopio sean rentables y que haya mercados suficientemente desarrollados para los productos reciclados; siempre es importante también, especialmente en este caso, una actitud cooperativa por parte de los consumidores y productores. Debe tenerse en cuenta que es necesario modificar o adaptar los sistemas vigentes de distribución y mantener una proporción adecuada entre el depósito y el precio total del producto.

Mercados de derechos

Consiste en un sistema de asignación de derechos de acceso, uso o emisión mediante entrega directa, venta o subasta, y que después pueden ser vendidos y comprados en un mercado secundario.

²⁶ OECD, *op. cit.*

Tiende a una alta eficiencia, ya que cada agente (industrial, transportista, automovilista, productor, consumidor) comprará derechos hasta el punto en que su costo sea igual a los costos marginales de control que él enfrenta en lo individual, o bien, a los beneficios marginales derivados del uso o del acceso al recurso que él percibe (recordemos que cada agente enfrenta costos marginales distintos o tiene preferencias diferentes, lo cual no es tomado en cuenta por los sistemas normativos). De esta manera se minimizan costos sociales y se logra una distribución óptima de los recursos, que puede ser la misma que podría lograrse por medio de un impuesto, siempre y cuando éste hiciera equivalente el precio total al valor de los derechos en el mercado secundario.

A la fecha hay pocos ejemplos de este sistema, sin embargo, pueden citarse casos del mercado para la reducción del plomo en la gasolina en Estados Unidos, el flamante mecanismo para controlar las emisiones de SO_2 y el mercado de derechos para garantizar reducciones en la producción de gases CFC's en ese mismo país; el mercado de derechos de tenencia y uso de automóviles en Singapur, y como propuestas de inminente instrumentación, el Plan Beta canadiense para controlar las emisiones de precursores de ozono,²⁷ y el sistema de mercadeo de derechos de emisión para industrias en Santiago de Chile.²⁸

Sólo en Estados Unidos, se estima en varios miles de millones de dólares el ahorro que han generado las experiencias de intercambio comercial de derechos, aunque debe admitirse que su desarrollo ha sido poco dinámico, no tanto por causas imputables al mecanismo, sino porque se le ha sujetado a regulaciones excesivas que han hecho crecer demasiado los costos de transacción.²⁹

Un mercado de derechos puede ser superior a un impuesto, y garantizar automáticamente la observancia de estándares de calidad ambiental prefijados, si se monta a partir de un tope o umbral establecido mediante criterios biofísicos (por ejemplo, el volumen

²⁷ CCME, *Emission Trading*, Ottawa, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1992.

²⁸ Intendencia Región Metropolitana de Santiago Chile, *Sistema de derechos de emisión de contaminantes atmosféricos*, Santiago de Chile, Universidad de Chile e INTEC, 1990.

²⁹ M. Cropper. M. y W. Oates, *op. cit.*

máximo de emisiones que soporta la capacidad de carga de un sistema), lo cual revelaría de inmediato un precio socialmente óptimo para los recursos o funciones ambientales. Además, fomenta el desarrollo tecnológico y permite el crecimiento económico dentro de los límites biofísicos fijados; y, algo muy importante, puede explicitar propósitos redistributivos de acuerdo con la modalidad de asignación inicial de derechos que se escoja (venta, otorgamiento directo, subasta, etcétera).

Esta modalidad tiene también el atractivo de que el gobierno no aparece ante los ojos del público como un villano que esquilma los recursos del sector privado, ya que el precio de los derechos es fijado por la propensión a consumir o a usar que tiene la sociedad; esto es, contrariamente al caso de los impuestos que la autoridad sólo fija, la cantidad o los umbrales ambientales, mientras que el mercado se encarga de determinar el precio. Este procedimiento se cumple si admitimos las carencias de información y la gran incertidumbre que envuelven a las elasticidades de demanda de muchos productos y a la magnitud de los costos de transgredir umbrales de equilibrio ambiental, que la mayor parte de las veces tienden a subestimarse; puede ser mucho mejor no tomar riesgos, optando directamente por asumir topes o umbrales.

Si la fijación del umbral o tope forma parte de un proceso gradual de ajuste, los pequeños productores no son forzados a salir del mercado, pues la dotación inicial de derechos puede cubrir las necesidades de producción en el corto y aun en el mediano plazo. De esta forma se concede un margen amplio para llevar a cabo cambios tecnológicos que pueden tardar, incluso, varios años. Esta ventaja se compartiría con un impuesto anunciado con suficiente anticipación, y aplicado progresivamente a lo largo del tiempo hasta alcanzar el nivel óptimo. Un mercado de derechos no sólo favorece el desarrollo tecnológico, sino que permite continuar el crecimiento económico, ya que nuevas actividades productivas pueden establecerse, siempre y cuando compren sus derechos a industrias obsoletas (*offsets*); igualmente, una misma empresa puede modificar su estructura de emisiones o descargas transfiriendo derechos de una fuente a otra dentro de la propia planta (burbujas).

Es obvio que el mayor potencial de efectividad y eficiencia de un mercado de derechos se presentará cuando sea posible determinar

claramente los objetivos de calidad ambiental por cumplir, cuando se trate de una cantidad grande de agentes y cuando la heterogeneidad de escala, de tecnología y de preferencias haga que varíen mucho los costos marginales que enfrenta cada actor o usuario de los recursos. No obstante, debe reconocerse que los costos administrativos y de transacción pueden ser altos en un sistema de este tipo, y que incluso podría requerirse de adaptaciones institucionales importantes. Adicionalmente, dependiendo del caso, habría que vigilar la concentración de impactos en puntos geográficos específicos (por ejemplo, industrias que adquirieran una cantidad alta de derechos), ya que el mecanismo sólo garantiza el cumplimiento de estándares de calidad globales; además, no deben perderse de vista los problemas de acotamiento en la vigencia territorial de un sistema de este tipo. También es preciso tomar en cuenta las imperfecciones y distorsiones que puedan tener los mercados que surjan, así como vigilar y prevenir conductas especulativas.

Es importante comentar algo más, que nos va a revelar el enorme alcance y significado de esta opción basada en el establecimiento de topes o umbrales. Los instrumentos económicos por sí mismos pueden tender a una escala óptima de producción a nivel microeconómico, así como a una asignación eficiente de los recursos ambientales y económicos. Sin embargo, nada nos dicen sobre la escala óptima a nivel macro; y esto plantea una limitante fundamental, como lo asegura Herman Daly: "El pasaje puede estar muy bien distribuido en un barco, pero, si es demasiado para la escala y la capacidad de carga del navío, éste se hunde."³⁰

Es decir, ni la economía dejada a sus propias fuerzas ni los instrumentos económicos pueden reconocer y hacer valer los umbrales críticos de sustentabilidad del planeta o de regiones. Como no podemos pretender que la economía sea totalmente inclusiva, debe conjugarse con la ecología y las ciencias ambientales, que son las disciplinas que nos van a indicar la escala "óptima" a nivel macro o esos umbrales o parámetros biofísicos de sustentabilidad, dentro de los cuales la economía y los mercados pueden hacer el trabajo de escala microeconómica óptima y de eficiencia en la distribución de los recursos. Formalmente, esto significa imponer

³⁰ H. Daly, *op. cit.*

una restricción adicional, en términos de umbrales biofísicos, al modelo neoclásico de optimización; algo que está implícito en un mercado de derechos de acceso o uso de recursos asociado con umbrales o topes.

Esto ilustra bien el rasgo más definitorio de un proceso de desarrollo sustentable: la “escasez”. Nos referimos a una escasez social y políticamente inducida de recursos y funciones ambientales, que significa un inevitable reto de política pública³¹ para mantener la actividad económica y permitir la innovación, las libertades, el desarrollo y la creatividad dentro de los umbrales biofísicos, distribuyendo eficientemente estos recursos “escasos”. Las dificultades políticas son grandes, ya que este enfoque obliga a confrontar el problema distributivo; al desaparecer la posibilidad de un crecimiento eterno en ciertas actividades y procesos; desaparece también tarde o temprano, la promesa del goteo o del derrame de los beneficios acumulados por determinados sectores de la población. Y esto nos pone de golpe frente a los problemas de equidad, y nos obliga a un ejercicio inédito de debate, persuasión y pedagogía política colectivas, en donde la ciencia y las ciencias sociales se encuentran en espacios concretos de convergencia interdisciplinaria; aquí, la ciencia y la política quedan por fin reconciliadas.

Privatización

La privatización supone el establecimiento de derechos de propiedad privada sobre la totalidad o sobre partes de un recurso ambiental, o bien, sobre el acceso a los mismos. La idea es que los individuos puedan desplegar plenamente sus propios intereses al tiempo que se resuelven problemas de manejo. Aquí, en ciertas circunstancias es posible pensar en el otorgamiento (bajo concesión directa, concurso, venta o subasta pública) de algún recurso a algún empresario privado, el cual tendría la oportunidad de obtener rendimientos permanentes y atractivos para sí, haciendo una gestión satisfactoria del recurso, incrementando paralelamente los

³¹ L. E. Aguilar, *La hechura de las políticas públicas*, México, Porrúa, 1992.

beneficios sociales más allá de lo que pudiera resultar en una situación en la que prevalecen la descoordinación y las acciones independientes. Se pueden traer a colación algunos ejemplos de manejo privado de sistemas de agua potable y drenaje, concesiones pesqueras en exclusividad, concesiones o propiedad privada de explotaciones forestales, manejo de parques naturales, etcétera.

El empresario negocia contratos con los participantes, en los cuales se especifica cómo deben coordinarse las actividades; cada participante decide libremente si integrarse al contrato o no, en el cual, a cambio de una retribución, cede cierta capacidad de decisión al empresario, y acepta convertirse en su agente. Después de pagar a sus agentes, el empresario obtiene las utilidades residuales, de tal manera que la suma de todos los beneficios supera a lo socialmente obtenido en las circunstancias previas.

En otra de sus modalidades, la privatización presupone la división de los recursos en tantas partes como participantes haya, lo que implica que cada uno asume todos los costos y los beneficios de su actividad de explotación o uso de los recursos (internalización plena); por tanto, una conducta racional presupondría, en este caso, la utilización de los recursos dentro de sus límites de renovabilidad para asegurar un flujo de beneficios ininterrumpido y a perpetuidad.

La privatización en cualquiera de sus modalidades, de ser posible, le significaría al Estado costos administrativos prácticamente nulos, aunque es prudente reconocer que sólo en pocos casos la naturaleza biofísica y las condiciones de apropiabilidad de los recursos van a permitir una solución de este tipo.

Contratos privados

Otra opción es la creación de contratos privados a la Coase, entre quienes generan (externalidades) deterioro ambiental y quienes lo sufren, en donde se pagan o se compensan los perjuicios causados hasta el límite en que se maximizan los beneficios para ambos participantes. El Estado puede promover, por ejemplo, que comunidades situadas aguas abajo de una cuenca financien la reforestación o el mantenimiento de la cobertura forestal de terrenos ubicados en la parte alta, con el objeto de garantizar un abasto adecuado de agua

para riego o para uso urbano o industrial. Puede pensarse también en compensaciones de industrias a propietarios o a comunidades que sufran perjuicios por contaminación local, o bien en contratos mediante los cuales aceptan recibir sus desechos o residuos.

Es obvio que esta opción sólo es operativa en casos en los que son muy pocos los agentes involucrados (quienes causan el daño y quienes los sufren), de tal manera que los costos de transacción son razonablemente bajos.

Subsidios

Los subsidios no son aceptables generalmente, dado el principio de que “el que contamina paga” (o de manera más genérica, “el que cause daño ambiental, que asuma los costos sociales del mismo”), debido a que tienden a reproducir actividades y conductas que son intrínsecamente nocivas, y que significan transferencias de recursos difíciles de justificar desde una perspectiva de eficiencia y/o de equidad; además llevan implícito el reconocimiento o el otorgamiento, a quienes causan daños ecológicos, de los derechos de propiedad asociados a algún recurso o función ambiental. Aunque los subsidios plantean en principio el mismo costo de oportunidad para la utilización de bienes y servicios ambientales que un impuesto, tienden a incrementar la rentabilidad, por lo que se crean incentivos para que nuevas empresas entren al ramo; el resultado puede ser claramente contraproducente ya que mayor número de unidades productivas tenderá a generar mayores impactos.

Sin embargo, existen ciertos casos en que pueden ser recomendables. Uno de ellos es cuando se presentan externalidades positivas en conductas de producción, las que es necesario estimular o difundir ante condiciones de mercado adversas. Tal puede ser el caso de ciertos subsidios que apoyan prácticas agrícolas “ecológicamente razonables” y que están en consideración o que ya se aplican en ciertos países europeos, o los subsidios aplicados en Estados Unidos para estimular a los agricultores a mantener parte de sus tierras con una cubierta vegetal natural.

Otro subsidio que podría ser justificable, es el consistente en financiar o apoyar a campesinos que hicieran labores de conserva-

ción de la biodiversidad dentro de sus terrenos, o que dejaran de producir bajo modalidades de alto impacto ambiental como la roza/tumba/quema o el pastoreo extensivo; un argumento adicional en favor de estos subsidios sería una redistribución explícita de recursos con el fin de combatir la pobreza. Un caso factible adicional estaría representado por un sistema “cerrado” de cobros o impuestos y subsidios, donde los productores pagan impuestos o derechos por hacer uso de algún recurso o función ambiental (contaminar, por ejemplo) mismos que son etiquetados y reciclados dentro del mismo sector en forma de financiamiento al cambio tecnológico o a instalaciones de tratamiento (de aguas, por ejemplo), o de manejo de residuos peligrosos.

No hay que pasar por alto que, casi siempre, estos subsidios quedarían bajo controversia, dado que podría pensarse en otros mecanismos alternativos para lograr los mismos fines.

Fianzas y seguros

Dada la incertidumbre que rodea a los impactos ambientales posibles, en ocasiones no basta la normatividad habitual o el establecimiento de mecanismos económicos como los aquí descritos. Por ejemplo, es difícil saber y verificar el destino de una infinidad de residuos industriales, así como sus efectos sobre la salud o sobre los ecosistemas, especialmente en el largo plazo. También hay incertidumbre en cuanto al nivel real de competencia de los administradores ambientales en empresas, y de los supervisores o inspectores gubernamentales, sin hablar aquí de la posibilidad muy cercana de corrupción. Por eso, se empiezan a desarrollar nuevos sistemas de fianzas demandadas por gobiernos o comunidades locales, y exigibles en el caso de daños ambientales no previstos, o bien, coberturas por parte de compañías aseguradoras, que han tenido que crear nuevas capacidades de evaluación de riesgos y contingencias en materia ecológica.

Una fianza consiste en fijar un precio para los impactos esperados, equivalente a los impuestos pigouvianos. Una limitante de este sistema es que las empresas pueden declararse en quiebra para evitar pagar los daños que resulten de su actividad.

CUADRO 1
Instrumentos económicos en la política ambiental

<i>Tipo</i>	<i>Ventajas específicas</i>	<i>Condiciones de aplicación</i>	<i>Complejidades específicas</i>	<i>Ejemplos vigentes</i>
1. Impuestos sobre emisión o descarga	<ul style="list-style-type: none"> • Min. costos • Cambio en conducta • Ingresos fiscales • Flexibilidad • Innovación tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones fijas • Variabilidad en c. mg • Monitoreo de emisiones • Aceptación 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos elevados de monitoreo 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones de NOx (Sue.) • Descargas en aguas (Fra., Ale., Hol.) • Estiércol, (Hol.) • Ruido de aviones (Hol., Suiz.)
2. Impuestos sobre productos o insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en patrones de consumo y producción • Ingresos fiscales • Sustituye con ventajas a impuestos sobre emisión o descarga • Operable sobre procesos atomizados o con muchos agentes • Fácil de aplicar y a bajo costo • Flexible • Aprovecha instituciones fiscales y administrativas existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Productos a gran escala o volumen • Alta elasticidad de demanda • Posibilidades de sustitución • Aceptación 	<ul style="list-style-type: none"> • No recomendable sobre productos altamente tóxicos • Problemas de competitividad internacional • Inflación • Efectos distributivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Plaguicidas y fertilizantes (Nor., Sue.) • Aceites (Ale., Fin.) • Azufre en combustibles (Fra.) • Combustibles (Fin., Sue.) • Plomo en gasolina (Fra., Ale., Nor., UK.) • Envases no retornables (Fin.)

CUADRO I (continuación)

<i>Tipo</i>	<i>Ventajas específicas</i>	<i>Condiciones de aplicación</i>	<i>Complejidades específicas</i>	<i>Ejemplos vigentes</i>
3. Derechos de uso	<ul style="list-style-type: none"> • Financian instalaciones • Regulan el acceso a infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología de registro y verificación • Aceptabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Difícil de aplicar sobre infraestructura ya existente 	<ul style="list-style-type: none"> • Autos (Sing.) • Vialidades (USA, Chi.) • Diversos distritos de tratamiento de aguas • Instalaciones de manejo de desechos industriales
4. Sistemas de depósito/reembolso	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición final adecuada • Promueve el reciclaje o la reutilización • Reduce el flujo de desechos 	<ul style="list-style-type: none"> • El reuso o el reciclaje deben ser rentables (existencia de mercados) • Actitud cooperativa de los consumidores 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere modificar los sistemas de distribución • Equilibrio entre el precio del producto y el depósito 	<ul style="list-style-type: none"> • Coches (Sue., Nor.) • Envases y baterías (múltiples)
5. Mercado de derechos	<ul style="list-style-type: none"> • Min. costos • Cumple objetivos ambientales • Flexible • Permite el desarrollo económico • Innovación tecnológica • Permite redistribución de ingreso de acuerdo con la forma de asignación (otorgamiento, subasta, etcétera) 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad amplia en costos marginales • Cantidad suficiente de agentes para generar el mercado 	<ul style="list-style-type: none"> • Los costos administrativos y de transacción pueden ser altos • Los impactos locales pueden aumentar • Problemas de limitación geográfica 	<ul style="list-style-type: none"> • Plomo en gasolina (USA) • SO₂ y NO_x (USA)

6. Privatización	<ul style="list-style-type: none"> • Costos administrativos nulos para el estado • Costos administrativos nulos para el estado • Internalización plena • Resultado social óptimo; balance entre producción y protección ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos apropiables • Sin externalidades complejas de manejar • Pocos actores • Recursos bien identificados • Costos de transacción bajos • No hay otras externalidades que escapen al contrato 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceptación política • Inducción de negociaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Parques naturales (por ejemplo, en México, Xcaret en Q. Roo.) • Empresas que pagan mejoras urbanas en barrios o colonias
7. Contratos privados	<ul style="list-style-type: none"> • Mismo costo de oportunidad que los impuestos • Permiten redistribuir el ingreso y combatir la pobreza 	<ul style="list-style-type: none"> • Pobreza • Necesidad de redistribuir la riqueza • Sistemas "cerrados" de cobro y subsidio 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentan actividades indeseables al aumentar la rentabilidad • Reconocen derechos de propiedad a quienes causan el daño • Requieren recursos fiscales 	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidios en el sector agrícola (<i>setaside payments</i>) para mantener áreas de vegetación natural (Europa y Estados Unidos)
8. Subsidios	<ul style="list-style-type: none"> • Dan certidumbre a largo plazo • Pueden ser equivalentes a los impuestos pigouvianos 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrias o actividades riesgosas • Normas que lo induzcan • Capacidad en las compañías afianzadoras o aseguradoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación de primas y responsabilidades (valuación) 	<ul style="list-style-type: none"> • N. D.
9. Finanzas y seguros				

Criterios de selección

Desde luego que en la selección de alguno o algunos de los instrumentos económicos enunciados anteriormente, deben entrar criterios formales (lo más objetivos que sea posible) de costo/efectividad. Es necesario tomar en cuenta, entre otros elementos:

- condiciones biofísicas de aprovechamiento y uso (renovabilidad, apropiabilidad, flujos o acervos, diversidad, fragilidad, capacidad de carga, etcétera);
- costos de exclusión;
- naturaleza biofísica y ecológica del recurso (no será lo mismo un río, que una reserva urbana, que una cuenca atmosférica, un bosque templado o una selva tropical);
- diferentes recursos o funciones del recurso;
- tipo de actores (campesinos, empresarios, colonos, automovilistas, vecinos);
- información disponible;
- número de usuarios o actores;
- variabilidad temporal y espacial de los recursos;
- condiciones de mercado de los recursos y servicios ofrecidos por el medio ambiente;
- tecnologías disponibles;
- tasas de descuento y función de utilidad o de preferencias de los usuarios;
- posibilidad de definición clara e inequívoca de fronteras o límites, derechos de propiedad, de acceso y/o de uso entre individuos y grupos;
- posibilidades y costos de monitoreo y vigilancia legítimas, y de resolución de conflictos y controversias;
- congruencia con sistemas regulatorios o económicos de mayor jerarquía;
- tasas de descuento prevalecientes entre los usuarios.

EVALUACIÓN

Además de las particularidades que representan cada una de estas consideraciones, la aplicación de alguno de los instrumentos

económicos estará condicionada de alguna forma a la posibilidad de valorar o de adjudicar precios a los recursos y funciones ambientales que sean objeto de política. Valorar al medio ambiente o a los servicios que éste presta al bienestar y al desarrollo no es algo fácil ni mucho menos trivial. Un obstáculo para ello son las fallas del mercado para revelar los precios correspondientes. Sin embargo, a pesar de las complejidades conceptuales y prácticas de esta tarea, ya se han dado pasos estimulantes, proponiéndose categorías como la de “valor económico total”, que es igual a la suma del valor de uso real, el valor de opción y el valor de existencia.³²

El valor de uso real se deriva de la utilización vigente que se le da al recurso ambiental, sea éste directo o indirecto. Un objeto de uso directo sería, por ejemplo, el agua corriente de algún río, la madera de un bosque o de una selva o el aire limpio de un espacio no contaminado. Por su lado, un objeto de uso indirecto sería la conservación de suelos y la recarga de acuíferos que proporciona un bosque, el control biológico que ejerce cierta especie sobre otra, la generación de nutrientes para pesquerías costeras por parte de manglares y pantanos, etcétera.

Adicionalmente a estos beneficios del uso actual, se puede adjudicar a los recursos ambientales la capacidad de proveer importantes servicios en el futuro, lo cual equivaldría al valor de opción. Por ejemplo, un bosque tropical posee millones de especies cuya utilidad real es desconocida en la actualidad, siendo necesario conservar toda su biodiversidad para no cancelar opciones de uso en el futuro. Este tipo de valor crecería en importancia entre más sensibles seamos al riesgo y entre más grande sea la incertidumbre respecto de acontecimientos y circunstancias que puedan afectar el abastecimiento normal de satisfactores.

Finalmente, el valor de existencia es independiente del valor de uso real o potencial de cualquier elemento o recurso del medio ambiente. Por ejemplo, un número cada vez mayor de personas en el mundo siente satisfacción por el mero hecho de saber que cierto ecosistema o cierta especie sobrevive y se mantiene en buenas condiciones, y aún están dispuestas a pagar (donaciones) o

³² D. Pearce *et al.*, *Blueprint 2, Greening the World Economy*, Londres, Earthscan, 1991.

a involucrarse activamente en trabajos de conservación. A nadie sorprende ya el creciente carisma y capacidad de los bosques tropicales, de las tortugas o de los grandes felinos como el tigre y el jaguar, entre muchos otros, para movilizar las conciencias y los bolsillos de una gran cantidad de ciudadanos y organizaciones. En este tipo de valor no hay ningún sentido utilitario, sino sólo una ética metahumana que a veces es difícil de entender para los antropocentristas irreductibles. Lo anterior ya ha dado origen a numerosos trabajos de evaluación de proyectos y de diseño de políticas, lo que resulta promisorio en los países que lo aplican.

Para calcular estos valores se puede recurrir a metodologías como *Willingness to Pay* y *Willingness to Accept* que representan opciones de valuación contingente basadas en el cuestionamiento directo de los agentes involucrados. Otras posibilidades están representadas por la cuantificación de los gastos defensivos por daños ambientales; la valoración de bienes complementarios a los bienes y servicios ambientales; la desagregación del precio de algún bien o servicio en sus diferentes componentes y la identificación de aquellos que guardan relación con los factores ambientales relevantes (*hedonic approach*)³³ y la aproximación de valores ambientales por el costo que tendría la restauración de condiciones originales o aceptables desde el punto de vista de los estándares existentes.

NUEVOS ESQUEMAS DE CONTABILIDAD NACIONAL

Estas reflexiones y definiciones sobre el "valor" de los ecosistemas han permitido ya la construcción de nuevos esquemas de contabilidad nacional que, aunque indicativos y preliminares, ofrecen una metodología prometedora para incorporar al medio ambiente dentro de los sistemas de valoración y análisis económico. Ajustar el PIB de tal forma que se tome en cuenta el capital ecológico, así como los servicios ambientales que éste presta, requiere de una contabilidad integrada. Aquí, la cuantificación de las variables ambientales representa la esencia de un enorme reto conceptual y

³³ M. Cropper y W. Oates, *op. cit.*

metodológico. Calcular el valor de uso, el valor de opción y el valor intrínseco, implica recurrir a alguna o algunas de las posibilidades antes señaladas.

Sin embargo, quizá la mayor parte de las magnitudes involucradas tienen que mantenerse en unidades físicas imposibles de traducir a magnitudes monetarias. De ahí que un sistema integrado de contabilidad requiera, forzosamente, tanto de cuentas físicas como monetarias, las cuales se complementan entre sí para permitir una descripción útil de las interacciones entre la economía y el ambiente.

En términos generales, puede decirse que un sistema integrado de contabilidad se construye haciendo interactuar al "sistema de cuentas nacionales" (SCN) con un sistema de información ambiental que capta los aspectos más relevantes del medio natural, por medio de una interfase de flujos físicos y monetarios. Sus principales módulos serían:³⁴

- El propio sistema de cuentas nacionales.
- Aquellas partes del SCN que tienen un significado importante para el ambiente, y que se desagregan lo necesario para reflejar en términos monetarios los flujos y activos que se relacionan con el uso del medio natural.
- Un bloque de valuación directa e indirecta "no mercantil", pero en términos monetarios, del uso económico del ambiente incluyendo los bienes y servicios que genera. Esto equivale a ampliar la "frontera de producción" de la economía en su conjunto.
- Una red con datos físicos de los flujos desde el ambiente natural hacia la economía y viceversa (desechos), en la forma de un balance de materia y energía.
- Una descripción del medio ambiente con la extensión y profundidad requeridas para establecer, pragmáticamente, el marco de referencia básico para el análisis.

Cada uno de estos bloques queda vinculado con el resto a través de variables seleccionadas, y que pueden expresarse tanto en

³⁴ U. N. Statistical Office, *SNA Draft Handbook on Integrated Environmental and Economic Accounting*, Nueva York, 1992.

términos monetarios como físicos. El resultado es un “sistema integrado de contabilidad económica y ambiental” (SICEA) donde, por medio de un lenguaje común para ecólogos y economistas, la ecología se comunica con un esquema básico de análisis económico que es fundamental para la toma de decisiones; esto va mucho más allá del simple monitoreo de los impactos ambientales que generan las actividades productivas. Se ha dado el sobrenombre de “satélite” a este esquema de contabilidad ya que, permitiendo una imagen funcional de las interacciones entre economía y medio ambiente, conserva suficiente flexibilidad para abordar los grandes problemas de valuación que presentan los factores ambientales, de acuerdo con las prioridades y condiciones específicas de cada país.

En la lógica de un sistema de este tipo, se inserta con gran naturalidad el modelo de insumo/producto, ya que permite seguir relaciones físicas o monetarias entre diferentes sectores o actividades, incluyendo, desde luego, el medio ambiente. Este modelo puede ser fácilmente extendible para incorporar los flujos de recursos y residuos. También se puede manipular con sencillez para trazar interdependencias indirectas de un sector a otro (matriz inversa), y analizar la composición ambiental del consumo final y el comercio internacional bajo la óptica de que importar productos equivale a “exportar” problemas ambientales y viceversa.

El caso de los recursos no renovables (petróleo, minerales) merece una consideración especial en un esquema integrado de contabilidad, sobre todo si recordamos que muchos recursos “renovables” son en realidad no renovables en escalas de tiempo humano, una vez rebasado cierto umbral de perturbación; por ejemplo: bosques tropicales, biodiversidad, suelos, acuíferos, etc. Estos recursos representan existencias o inventarios de una riqueza conocida, que por tanto puede ser usada a lo largo del tiempo, dependiendo de las necesidades de sus propietarios, sus expectativas sobre precios futuros y las condiciones del mercado. En otras palabras, “se van liquidando existencias”, siendo absurdo contabilizar esto como un ingreso o como valor agregado, tal como se hace en el PIB.³⁵

³⁵ E. S. Salah, *op. cit.*

Contabilizar las ventas de un recurso no renovable como ingreso exigiría, para ser rigurosos, deducir la variación correspondiente en existencias o la disminución de activos, lo que a precios de mercado significaría un ingreso neto igual a cero, que es un ejercicio sin sentido. Sólo si los propietarios venden su recurso y colocan el producto de la venta en una cuenta bancaria o en otro activo generador de intereses surgiría un ingreso verdadero equivalente a los intereses reales devengados. Aquí, la liquidación del capital sería evidente y nadie lo confundiría con un "ingreso". Bajo una óptica de sustentabilidad biofísica, los propietarios (el país) de algún recurso no renovable siempre deberían invertir parte del producto de sus ventas en cosas que pudieran sustituir el activo que tiende a ser agotado: por ejemplo, Pemex debe invertir cantidades importantes en el desarrollo de energías alternas, al igual que la SARH en regeneración de suelos y restauración ecológica.

INSTRUMENTOS ECONÓMICOS, MÁS ALLÁ DE LA NORMATIVIDAD

En los países industrializados, las políticas normativas y regulatorias (llamadas también de comando y control) en el campo del medio ambiente, demostraron ser útiles en las primeras batallas. Sin embargo, han empezado a revelar muchas de las limitaciones que llevaron al colapso de los sistemas de planificación centralizada en los países del socialismo real (economías de comando y control). Este tipo de políticas tienden a ser ineficientes, lastran la innovación tecnológica e ignoran diferencias cruciales entre individuos, empresas y procesos productivos. Y, algo fundamental pero poco reconocido, es el hecho de que las políticas ambientales estrictamente regulatorias encierran el debate ambiental dentro de claustros tecnocráticos entre burócratas y grupos de interés, sin permitir un diálogo público, o un proceso de pedagogía colectiva necesario para generar expectativas y consensos indispensables para resolver en serio los problemas.³⁶

³⁶ R. Stavins y T. Grumbly, "The Greening of The Market: Making the Polluter Pay", en W. Marshal y M. Schram (editores), *Mandate for Change*, Nueva York, Berkley Books, 1993.

Una política ambiental basada en la operación de mercados, y en general, en instrumentos económicos, parte de la premisa de que la mejor manera de contener y revertir los procesos de deterioro ecológico es dar a los individuos y a las empresas un interés permanente y claro en ello. El objeto es fortalecer la política ecológica, no por medio de un esquema centralizado de reglas generalizadas, sino de un enfoque descentralizado que transforme los incentivos económicos y financieros que perciben cotidianamente los millones de agentes que operan en la sociedad sobre cómo producir, cuánta energía gastar, en dónde localizar los procesos, cuánto consumir, cómo disponer de los desechos, cómo utilizar los recursos naturales, etcétera.

Finalmente, una política ambiental basada en incentivos económicos conduce a adoptar una escala de prioridades y a revelar con ello las verdaderas preferencias sociales y políticas sobre los distintos problemas ambientales. Clamar por normas cada vez más estrictas en todo y por presupuestos cada vez más abultados en todos los órdenes es algo inviable y grotesco, que al final sólo se traduce en la parálisis y en la demagogia. Hoy en día, *de facto* y sin ninguna discusión pública e informada, se adoptan prioridades de manera arbitraria (véanse los presupuestos y el capital político asignados al control de la contaminación *vs.* los que se aplican para la conservación en áreas naturales protegidas o para proyectos de uso integral de recursos).

Algo insoslayable es que las políticas de comando y control tratan de regular al contaminador individual o al usuario de recursos en lo particular, sin poner atención en el objetivo verdadero, que es el de respetar la capacidad de carga de los sistemas biofísicos. El ejemplo arquetípico de esta sinrazón se encuentra en el problema de la contaminación del aire en la ciudad de México, donde estamos obsesionados con regular las emisiones de cada coche y de cada fábrica, pero no nos importa que se violen cotidianamente los criterios de calidad del aire que protegen la salud de la población al rebasarse la capacidad de carga de la cuenca atmosférica. No nos hemos preocupado por crear un sistema de incentivos que le impongan a los automovilistas y a las industrias los costos suficientes para que reduzcan sus emisiones de tal forma que el resultado agregado quede dentro de límites tolerables.

A pesar de estas ventajas, ha persistido una poco explicable resistencia por parte del gobierno y de la mayor parte de los ecologistas, que han visto con recelo, o de plano se han opuesto, a la instrumentación de una política de este tipo, en esa actitud podemos adivinar, sin embargo, un franco desconocimiento del asunto; o el más vulgar motivo de no hacer olas que pudieran comprometer la reproducción ordenada del sistema burocrático vigente. Incluso, se llega a pensar y a propalar a los cuatro vientos que el mercado es el problema y no la solución, lo que por cierto le cae de perlas a sobrevivientes ideológicos de los setenta. Parece claro, sin duda, que un enfoque de instrumentos económicos en la política ambiental podría minar la capacidad de influencia de las corporaciones tecnocráticas que han florecido al amparo de las estructuras burocrático-regulatorias.

Debe quedar claro que una política de incentivos económicos no representa un enfoque de *laissez faire* o de estricto libre mercado, ya que está cimentada en el reconocimiento explícito de que las fallas del mercado siempre subyacen a la degradación ambiental; sin embargo, este hecho incontrovertible no lleva a tirar al niño con todo y bañera y agua sucia (denostando al mercado) para pretender dictar para cada individuo y empresa lo que se debe hacer y lo que no se debe hacer en materia ambiental a través de una miríada de normas y regulaciones (por demás inobservables).

ECONOMÍA Y DESARROLLO SUSTENTABLE: TRAZOS DE UNA UTOPIA

Como hemos visto, valuar o cuantificar de alguna forma los bienes y servicios ambientales es la sustancia de un sistema integrado de contabilidad, que al reflejar las interacciones entre la economía y la ecología, ofrece una referencia clave para identificar patrones de desarrollo sustentable. Llevar esto al terreno de los hechos implica explicitar e internalizar costos ambientales en el sistema de precios, que es lo que rige el sentido y la intensidad de las actividades económicas. Subrayamos: si el desarrollo ha de ser ecológicamente sustentable, se requiere que cada precio de cada bien o servicio incorpore el costo ambiental total (de uso, de opción y de existencia).

Este principio, de aplicarse, tendrá repercusiones importantes a todo lo largo del tejido económico. Atraería cambios radicales en los usos del suelo en el campo y en la ciudad, así como en los paquetes organizativos y tecnológicos que orientan su dinámica; llevaría a la modificación radical de los patrones de transporte y a la instalación generalizada de controles de emisión de contaminantes en industrias; construcción de plantas de tratamiento y reconversión de procesos; manejo de residuos industriales, etc. Una reestructuración de la economía para el desarrollo sustentable siempre provocaría un alza de precios, a menos que estuviera disponible una tecnología suficientemente limpia y que redujera el uso de los recursos naturales (incluyendo la tierra); que dejara el suelo intacto, que no agotara las fuentes de energía y que fuera más barata (o al menos igualmente cara) que la tecnología existente de uso común. Como esto es muy poco factible, los agentes productivos que pudieran asimilar los nuevos costos los repercutirían en los precios; si no, cambiarían de giro hacia actividades que fueran rentables bajo la nueva estructura de precios.

El incremento en los precios no sería uniforme, habría cambios dramáticos en los precios relativos, lo que modificaría los patrones de consumo y de utilización de insumos en la agricultura, la industria y los servicios, en favor de productos ambientalmente más benignos. Cambiaría la composición sectorial del PIB, reduciendo su participación aquellos sectores intensivos en recursos naturales: ganadería, petróleo, petroquímica, celulosa y papel, azúcar, transporte, minería e industrias metálicas. El PIB mismo tendería a decrecer, ya que las actividades ambientalmente más benignas generan casi siempre un menor volumen de valor agregado: energía solar, bicicletas, transporte ferroviario, arquitectura ecológica, sistemas computarizados y telecomunicaciones, servicios personales, soya, verduras y pescado; en contraste con petróleo, transporte automotor, climatización artificial, carne de res y maíz, etc. Esta contracción del PIB sería atribuible a que en la actualidad no se deducen los costos ambientales y la variación de activos naturales; si esto se hiciera, la nueva estructura económica arrojaría volúmenes similares o superiores de valor agregado.

Dado que las obras de restauración ecológica, protección de suelos, terraceo y reciclamiento demandarían una enorme canti-

dad de mano de obra, se elevarían los niveles de empleo, aunque se reduciría la productividad del trabajo a nivel global, reforzando las presiones al aumento de precios y limitando los ingresos reales.

Probablemente el impacto inflacionario sería grande, aunque tendería a absorberse con el tiempo, una vez que la economía se estabilizara en un nuevo equilibrio dinámico. No está claro cuál sería el efecto distributivo; sin embargo, la mayor intensidad en el uso de mano de obra y de recursos locales permitiría anticipar consecuencias de tipo progresivo, hacia una sociedad más igualitaria. Habría que reflexionar en las repercusiones que todo esto tendría sobre el comercio exterior, en la medida en que acciones unilaterales de internalización de costos ambientales podrían implicar desventajas competitivas frente a productos de otros países.

Todo esto parece de una complejidad abrumadora, y lo es. Significaría un doloroso proceso de ajuste con alcances mucho mayores que el ajuste de los años ochenta. Pero, si lograr la estabilidad financiera, fiscal y en el sector externo requirió sacrificios tan profundos, no serían menores los que se demandan para que nuestro estilo de vida y nuestra economía se reorienten hacia caminos de sustentabilidad ecológica. Tengamos en cuenta que esto sólo podrá lograrse si *a)* el crecimiento material se optimiza y se hace converger hacia una situación biofísicamente estable, *b)* se abate significativamente la expansión demográfica, *c)* se redistribuye el consumo desde los grupos superconsumidores hacia las mayorías, y *d)* se enfatiza el desenvolvimiento cualitativo de la producción y los servicios, manteniendo la escala y la composición sectorial de la economía dentro de un nivel consistente con la capacidad regenerativa y asimilativa de los sistemas ecológicos vitales.

La internalización de costos ambientales, como principio fundamental de sustentabilidad, se daría en el marco de una vasta reforma fiscal. Siempre será mejor, en este contexto, gravar aquellas cosas o actividades que deseamos minimizar o contener (emisiones, explotación de recursos, energía, ocupación de la tierra, etc.), que aquellas que es deseable incentivar (ingresos, empleos). No habría lógica alguna para mantener un sistema fiscal contrapuesto a los objetivos de sustentabilidad. Los nuevos impuestos y sobreprecios se compensarían con menores tasas de impuestos

personales y a las empresas, de tal manera que se mantuvieran constantes los volúmenes de recaudación.

Además de esta verdadera revolución fiscal, el Estado habría de recomponer su estructura de gasto público, especialmente en lo que respecta a la inversión. El capital ecológico, generalmente no tiene mercado que revele su escasez ni está sujeto a un esquema inequívoco de propiedad, lo que impide, entre otras causas, su reposición automática. Se encuentra frecuentemente en una circunstancia de bien público bajo régimen de libre-acceso, en una eterna tragedia de los comunes,³⁷ donde el beneficio de sobreexplotación y agotamiento es detentado por el ejecutor, mientras los costos (consecuencias negativas o gastos de restauración) recaen en toda la sociedad; no existe ningún grupo o clase social que por definición tienda a garantizar su protección o ampliación, como los capitalistas o los sindicatos tratándose de otros factores.

En muchos casos (no siempre) sería absurdo hablar de privatización y de que el Estado abdicara de salvaguardar directamente un interés público de primer orden; el Estado requiere asumir plenamente su representación y actuar en consecuencia, normando, vigilando y abriendo un nuevo campo de inversión pública para la restauración y preservación del capital natural y para incrementar su productividad como factor escaso, complementario al capital económico. Los recursos provendrían de los impuestos ecológicos, etiquetados para tal fin.

Aquí, el papel de la banca de desarrollo nacional y multilateral (en este último caso ya tenemos un ejemplo con la CEF del Grupo Banco Mundial) sería el de promover y financiar inversiones crecientes para reponer el acervo de capital ecológico y su productividad en proyectos de reforestación, restauración ecológica, regeneración de suelos y pesquerías, energéticos renovables y eficiencia energética; nuevas tecnologías de control de la contaminación (incrementando la capacidad del ambiente para asimilar desechos), control demográfico, etc. Tal cosa no sería algo ajeno a las agencias de desarrollo; éstas tienen amplia experiencia en

³⁷ G. Hardin, "The Tragedy of the Commons", en *Science*, 162, 1968, pp. 1243-1248.

invertir en bienes públicos (educación, saneamiento, infraestructura y combate a la pobreza).

La necesidad de que el Estado y los organismos multilaterales de desarrollo se aboquen a la restauración ecológica se realza, aún más, si tomamos en cuenta que estas inversiones en infraestructura ambiental se traducen en mayor productividad hacia otros sectores (externalidades positivas) y se dan en horizontes de tiempo largos, lo que las hace financieramente complejas y poco atractivas bajo un enfoque de rentabilidad privada.

REFLEXIONES SOBRE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DE LAS SEMILLAS; PROBLEMAS DE ANÁLISIS Y EL CASO DEL MAÍZ EN MÉXICO¹

ANTONIO YÚNEZ-NAUDE

El Colegio de México

J. EDWARD TAYLOR

Universidad de California-Davis

FERNANDO BARCEINAS

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco

INTRODUCCIÓN

La conservación de la biodiversidad genética de los cultivos es parte integral de un programa para lograr una agricultura sustentable.² Esto debido a que tal diversidad es la base para producir semillas mejoradas y con ello, suplir la demanda presente y futura de alimentos en el globo.

La necesidad de conservación es especialmente válida para la agricultura de los países en desarrollo, pues no sólo es en ellos donde se ha mantenido el germoplasma de las variedades locales ancestrales, sino porque ahí se encuentra el conocimiento y prácticas que reflejan la prolongada coevolución entre las poblaciones humanas y las de las semillas. El germoplasma de las semillas originales provee el material a partir del cual los centros de

¹ Agradecemos el eficiente y comprometido apoyo de Anabel Martínez en la elaboración de los cuadros y en parte de la revisión bibliográfica.

² Según Leding, la diversidad puede entenderse como una trinidad biológica, constituida por la diversidad de las formas del mismo gene dentro de una especie; el cúmulo de diferencias genéticas que caracterizan a diferentes poblaciones o razas ecológicas y las enormes bibliotecas de información genética que caracterizan a cada una de las especies. Citado por Rodolfo Dirzo, 1990, p. 49.

investigación nacionales e internacionales han producido las semillas de alto rendimiento. A su vez, el conocimiento y prácticas de los campesinos configuran la manera y extensión de adopción de tales semillas y dirigen su reintegración en los sistemas tradicionales de cultivo.

Sin embargo, y como en otros aspectos de la conservación de los recursos naturales, el propósito de mantener la biodiversidad de las semillas puede estar en conflicto con el desarrollo económico pues, históricamente, éste ha conducido a la industrialización de la agricultura, proceso que trae consigo la homogeneización de la actividad, el monocultivo y, en consecuencia, la pérdida de diversidad.³

El dilema se presenta con claridad en la discusión suscitada entre los estudiosos del impacto de la revolución verde en los sectores agrícolas de los países en desarrollo. Sin negar los aumentos en la productividad asociados a la adopción de las semillas mejoradas, algunos autores afirman que el proceso acelera la erosión genética. Entonces, la sustitución de las semillas autóctonas por las mejoradas trae consigo consecuencias contradictorias, pues el aumento de los rendimientos va acompañado de una tendencia a la homogeneización y al desplazamiento de las razas originales, caracterizadas por su diversidad genética.⁴

La pérdida de recursos biológicos en los sistemas agrícolas ha sido identificada como un costo potencial del desarrollo económico en los trópicos. Se ha dicho que la reducción de las poblaciones arcaicas —formadas por razas de diversas especies y variedades— es más pronunciada en las zonas de origen y evolución. Es precisamente en las regiones tropicales donde la diversidad es más elevada y las que han provisto de muchos de los recursos genéticos usados por la agricultura en el mundo. Debido a que los recursos genéticos de estas regiones están vinculados al potencial general de adaptación de varios cultivos, la pérdida de tales recursos podría hacer a la agricultura más vulnerable al cambio ambiental, a las pestes y a los patógenos. Desde esta perspectiva, la erosión genética

³ Cf. World Resources Institute (WRI), p. 15; Tracley Clunies-Ross y Nicholas Hildyard, 1992 y, para el caso concreto de México, Nigh Nielsen, 1983.

⁴ Véase, por ejemplo, International Movement for Ecological Agriculture, 1990, y WRI, *op.cit.*, p. 9.

en las zonas de origen es análoga a los efectos de la deforestación en los ecosistemas tropicales.⁵

Las consideraciones anteriores son la base de los enormes esfuerzos que se han hecho en la conservación *ex situ* de las semillas en los bancos de genes (en donde se guardan las semillas, sus tejidos o sus células reproductoras). No obstante, esta forma de conservación tiene límites y problemas.

Los bancos siguen siendo limitados en el sentido de no poder conservar toda la riqueza genética de las poblaciones *in situ*, por lo que es improbable que las semillas coleccionadas sean representativas de un número amplio de genotipos. A esto hay que agregar que muchas especies son "recalcitrantes", es decir, no soportan las técnicas usadas de almacenamiento bajo condiciones de bajas temperaturas y humedad. Consecuencia de lo anterior es que los bancos tienen una base genética estrecha. Un problema adicional es que el almacenamiento de semillas requiere de su regeneración periódica y de que no haya problemas mecánicos en los sistemas de conservación (por ejemplo, de que no se interrumpan las fuentes de energía eléctrica).⁶ Además, y por la propia naturaleza de este tipo de protección, las poblaciones no evolucionan al no estar sujetas a cambios en el medio ambiente. Por último, este tipo de conservación depende de la continuidad, tanto en los apoyos financieros como en las políticas, situación no asegurada en los países en desarrollo.

La conservación *ex situ* es muy costosa y, más aún, es posible que la premisa de la que parten tales esfuerzos no sea completamente válida. Esto, debido a que no se conoce con certeza la profundidad y ritmo de pérdida de la diversidad genética de las semi-

⁵ Stephen B. Brush, J. Edward Taylor y Mauricio R. Bellon, 1992, pp. 364-365.

⁶ Al respecto, el WRI reporta que, aunque los bancos de genes han contribuido al mantenimiento de la biodiversidad genética, este tipo de fallas ha significado la pérdida de las semillas conservadas por este medio. La institución menciona dos casos: 1) en 1980 los expertos estimaron que, aún en países desarrollados, las fallas mecánicas llevaron a la pérdida de entre 50% y 75% de las semillas coleccionadas, y 2) los representantes de los bancos de germoplasmas de los países latinoamericanos reportaron que en 1991 ya no era viable la conservación por este medio de entre 5% y 100% de las semillas de maíz coleccionadas entre 1940 y 1980 (WRI, *op. cit.*, p. 9).

llas en las zonas de origen y a que estudios de casos en algunas de ellas han mostrado que la hipótesis sobre erosión genética es exagerada.⁷

La aplicación y el desarrollo de la ingeniería genética podría traer dos consecuencias favorables en cuanto a la conservación de las semillas. Por un lado, aumenta el valor económico de mantener los materiales genéticos, por ser ésta la materia prima de tal tecnología. Por otro, la ingeniería genética podría abrir opciones, no sólo de conservación, sino de mejoramiento genético de las semillas. Todo esto debido a que tal avance tecnológico hace posible la manipulación y combinación de genes de las plantas y produce nuevas y mejores semillas.⁸ Sin embargo, la opción ha sido criticada y conlleva riesgos que aún no ha sido posible evaluar.⁹

La complejidad de los elementos involucrados hace difícil el conocimiento cabal del grado de erosión genética de las semillas en los sistemas agrícolas y, en consecuencia, la elaboración y puesta en práctica de medidas eficaces de conservación. Un proyecto de tal envergadura exige, por ejemplo, un diagnóstico interdisciplinario, global así como en los planos regional y micro sobre las tendencias, y cuando menos, la elaboración de propuestas viables para reducir el dilema que existe entre el desarrollo económico y el mantenimiento de la biodiversidad existente en los países pobres. Además, la solución del problema requiere de la voluntad y

⁷ Véanse M. Bellon y J. E. Taylor, 1993, para el caso del maíz en México; y Brush *et al.*, 1992, para el de la papa en Perú, y el arroz y trigo en Asia (en *infra*, pp. 87-92, discutimos los hallazgos al respecto sobre el maíz).

⁸ La ingeniería genética y el ADN-recombinante resultan de la aplicación de la biología molecular y permiten la introducción de genes específicos previamente identificados (por ejemplo, resistentes a la sequía, calinidad, plagas, o con mejores rendimientos) que modifican el genoma de las plantas. Esta nueva tecnología es muy compleja y se ha desarrollado fundamentalmente en los países desarrollados. Requiere del cultivo de tejidos, y en particular, de la fusión de protoplastos para regenerar las nuevas plantas, y supone un desarrollo considerable de las investigaciones básicas en los campos de la biología molecular, la fisiología, la bioquímica y la genética de las plantas superiores. Gonzalo Arroyo, 1989, p. 173.

⁹ Para una crítica polémica, dentro de una perspectiva "ecologista", véase a Richard Hindmarsh, 1991, p. 196. Aún estudiosos menos radicales anotan los riesgos de la aplicación de la ingeniería genética (véase por ejemplo David Pimentel, M.S. Hunter, J.A. LaGro *et al.*, 1989, pp. 606-614).

coordinación de la gran cantidad de agentes involucrados, así como de la participación estatal y la colaboración internacional en un mundo de desregulación, incertidumbre y nacionalismos.¹⁰

Por supuesto, en el presente artículo no pretendemos discutir todos los fenómenos que intervienen en la problemática; nos limitaremos a presentar una reflexión sobre el asunto a partir de la discusión de algunos de los problemas teóricos involucrados, de la revisión y elaboración de estudios empíricos sobre el uso de los distintos tipos de semillas de maíz en México y de la presentación de lo que sabemos sobre la biodiversidad genética del grano existente en el plano de los hogares campesinos.

A lo largo del artículo trataremos los siguientes temas: la riqueza biológica del maíz en el país; las tendencias macro y los factores que determinan el tipo de semillas usadas en el plano nacional; la biodiversidad del maíz prevaeciente en unidades ubicadas en las zonas de origen de sus semillas; lo que podemos decir sobre la diversidad del maíz en México y sus tendencias, así como las dificultades para elaborar un diagnóstico completo al respecto, y concluimos el artículo con una reflexión general sobre el tema.

LA BIODIVERSIDAD DEL MAÍZ EN MÉXICO

México cuenta con una enorme riqueza biológica, debido a su gran variación de hábitats y regiones ecológicas diversas; a su topología compleja y a la heterogeneidad de sus suelos y clima, así como a su historia geológica y a su ubicación geográfica. Al igual que Indonesia, contiene en su territorio dos de los más importantes reinos biográficos del mundo —el neoártico y el neotropical— que facilitan

¹⁰ Un caso que ilustra los problemas que hay que resolver respecto de este último punto son las dificultades enfrentadas por la comunidad internacional para regular la ingeniería genética. En la Convención de la Diversidad Biológica celebrada en Río de Janeiro en 1992 no se logró incluir la firma de un protocolo para el control de los "organismos modificados". Tampoco ha sido posible resolver la demanda de los gobiernos de países tropicales por hacer valer sus derechos de propiedad sobre la materia prima de la ingeniería genética (véase Kristin Rosendal, 1992).

el intercambio de elementos de orígenes boreal del norte y del trópico.¹¹

En cuanto al maíz y desde que se empezó a domesticar hace más de 7 000 años, en México se han desarrollado 32 razas autóctonas distintas de las 40 conocidas en la región que abarca al país y el norte de Centroamérica. Variedades locales aún se cultivan, y ciertos estudios etnobotánicos sugieren que hasta 12 de ellas se hallan en predios, en los pueblos campesinos o en pequeñas regiones.¹²

México es, pues, un centro básico en la biodiversidad del maíz. Además, este grano es, con mucho, el principal cultivo, la base de la dieta de la mayoría de su población y uno de los fundamentos de la economía campesina. Frente a una población en aumento dentro de límites geográficos específicos, el crecimiento en la productividad para la obtención del grano por la vía de la homogeneización y adopción de semillas mejoradas puede tomarse como una de las condiciones para cubrir las necesidades alimenticias del país. Sin embargo, el cumplimiento de tales requisitos podría poner en peligro el mantenimiento de la biodiversidad del grano, fenómeno cuyos efectos no sólo en México se padecerían. El caso del maíz en el país es, pues, reflejo de los conflictos entre el desarrollo y el mantenimiento de la biodiversidad.

A diferencia de lo que sucede en las unidades comerciales, el agroecosistema del maíz en los predios pequeños de México es muy importante, no sólo por proveer de un alimento básico a sus productores, sino por ser el descendiente directo del sistema dentro del cual se desarrolló el cultivo. Así pues, el agroecosistema indígena del maíz que prevalece en México es un centro de origen y diversidad del grano, que mantiene el germoplasma y contiene el conocimiento y prácticas humanas que reflejan sus largas secuencias evolutivas.¹³

Los expertos señalan que son seis los factores que explican la diversidad racial del maíz en México: el cultivo de las razas primi-

¹¹ J. McNeely *et al.*, 1990, p. 96.

¹² Las referencias de la fuentes de estos datos se hallan en Mauricio Bellon y J. Edward Taylor, 1993, p. 767, y en Brush *et al.*, 1988, p. 317.

¹³ Bellon y Taylor, 1993 y S. Brush *et al.*, 1988, p. 309.

tivas; el influjo de otras razas provenientes del Sur; la hibridación con teocintle; la fragmentación geográfica del país (que crea nichos a través de distintos tipos de mecanismos de aislamiento, los cuales llevan a una rápida diferenciación); el conocimiento de los campesinos tradicionales y los distintos usos del maíz por parte de los diversos grupos étnicos.¹⁴ No son entonces de extrañar las preocupaciones que en algunos medios se han externado sobre el peligro de que la incorporación de la agricultura pobre de México a la "modernidad" ponga en riesgo la diversidad del maíz.

Sin embargo, no hay acuerdo entre los estudiosos del agro acerca del grado de erosión genética que ha sufrido el maíz en México. Por ejemplo, David Barkin argumenta que las razas autóctonas, bien adaptadas, están en peligro de extinción por los esfuerzos estatales para lograr la modernización del agro, por la profundización del proceso de adopción de semillas mejoradas y por la tendencia observada de sustituir al maíz por otros cultivos como el sorgo. Bellon y Taylor y Brush *et al.*, a partir de trabajos de campo acerca del uso de semillas autóctonas y mejoradas en el sureste de México, sugieren que las preocupaciones de Barkin son exageradas. Por su parte, algunos reportes de las instituciones relacionadas con el mejoramiento del maíz no reparan en los riesgos que trae consigo la adopción de semillas de alto rendimiento en cuanto a la pérdida de la biodiversidad genética del cultivo.¹⁵ Como señalan Brush y asociados en el artículo citado, la divergencia de opiniones se explica, por lo menos en parte, por el tipo de enfo-

¹⁴ El maíz, como el trigo y el arroz, es un "zacate", o sea, un miembro de la familia de las gramíneas. Pero no es un zacate común, sino que requiere de la intervención del hombre para reproducirse. Antes de la llegada de los primeros pobladores al continente americano, el maíz no existía, sino sólo plantas silvestres emparentadas con él, como los teocintles, que pertenecen al género *Zea*, el mismo del maíz. La diversidad del grano aumenta por la práctica de los campesinos a tolerar el zacate, la cual permite la existencia del teocintle como hierba que promueve la hibridación del maíz con la hierba así emparentada. Tal práctica es, entonces, una manera eficaz de introducir germoplasma nuevo. Véase Bruce F. Benz y Enrique J. Jardel P., 1990, pp. 115-119 y Brush *et al.*, 1988.

¹⁵ Véase respectivamente David Barkin, 1987; M. Bellon y J. Edward Taylor, *op. cit.*, Brush *et al.*, *op. cit.*, Luis Bruschtein, 1984 (entrevista al ingeniero José Luis Gutierrez Esquivel, rector de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro) y CIMMYT, 1987.

ques, es decir por el carácter macro del estudio de Barkin y el micro de su investigación.

Así entonces, un diagnóstico serio sobre el grado de erosión genética del maíz en México requiere no sólo de una basta base informativa micro y nacional, sino de un seguimiento, en ambos planos y a través del tiempo, de la estructura de la producción, de las prácticas de su cultivo y de las condiciones ambientales.

Para acotar el estudio podríamos adoptar una visión extrema y tomar como indicador para medir la biodiversidad del maíz y su pérdida sólo al acervo y uso en el tiempo de las razas autóctonas. Haríamos pues un recuento de su riqueza genética pasada y presente, tanto de las semillas que se han conservado —porque los agricultores las siguen usando—, como las conservadas *ex situ*. Con ello tendríamos un diagnóstico de la situación presente, así como del ritmo en que se está perdiendo la biodiversidad genética del maíz. El problema residiría en que, aún adoptando una visión estrecha de la problemática, no existen la información ni el seguimiento requeridos.

El diagnóstico se complicaría aún más si se pretende ser menos sesgado, es decir, si se estudiara la validez de la hipótesis que mantiene que, no obstante las tendencias hacia la estandarización del tipo de semillas aplicadas y el aumento del uso de las comerciales y del monocultivo, la diversidad prevalece en algunas zonas del país. Para señalar la complejidad del problema, basta agregar a lo anterior la consideración de que a mayor productividad, menor la cantidad de tierra requerida para producir la misma cantidad del grano,¹⁶ que la elaboración de cierto tipo de variedades mejoradas puede ampliar la base genética y que lo mismo puede suceder con la aplicación de la ingeniería genética.

Lo anotado remite al requisito de que la investigación sobre la erosión genética debe cubrir, cuando menos, aspectos: socioeconómico, ecológico, temporal, global y específico.

Nuestra reflexión sobre la biodiversidad del maíz en México tomará en cuenta estas cuestiones; por lo mismo, no pretendemos elaborar un diagnóstico completo. Más bien, nuestro interés es

¹⁶ Monkombu S. Swaminathan, 1992, pp. 143-148 ilustra lo anterior para el caso de los impactos de la Revolución Verde en cuanto al trigo en la India.

ampliar el conocimiento de la situación en los ámbitos nacional y local, señalar los problemas de análisis, proponer lineamientos para diseñar una política de conservación y para avanzar en la investigación del fenómeno de la erosión genética del cultivo.

MACROESTUDIOS SOBRE EL CULTIVO DEL MAÍZ EN MÉXICO

No obstante que el uso de semillas mejoradas (SM en adelante) para la producción de maíz se ha extendido durante los últimos 15 años, el cambio no ha sido dramático: al parecer, la participación de la superficie sembrada con este tipo de insumos en el total nacional del ciclo primavera-verano, pasó de representar 25.5% en 1976 a 27.5% en 1990/91; mientras que la sembrada con semillas criollas y autóctonas (SC en adelante) bajó de 74.4 a 72.5% (cuadro 1).¹⁷

En contraste, el aumento generalizado en los rendimientos durante este lapso es notable: 67% como promedio nacional, 137% para las tierras en las que se aplican SM y 36% para aquellas en que usan SC.

Los datos no contradicen la interpretación de Brush *et al.* en el sentido que los aumentos de los rendimientos en la producción

¹⁷ Las comparaciones presentadas en el cuadro 1 deben de tomarse como meras aproximaciones debido a que los datos para 1976 son de fuentes distintas a los de 1990/91. Sin embargo, la información para fines de la década de los años ochenta proporcionada en otros textos no contradice la que estamos usando (véase, por ejemplo, A. Turrent Fernández, 1990, pp. 91-113). Los datos que usamos para 1990 y 1991 —presentados en los cuadros 1 a 5A— fueron proporcionados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), con base en los resultados de unas encuestas elaboradas por ésta, el Banrural y el Fira (referida en los cuadros como SARI, Encuesta de costos...). Desafortunadamente, las encuestas agrupan a las semillas criollas y autóctonas en sólo un rubro —el de SC— por lo que es imposible distinguirlas. Además, el criterio de levantamiento usado fue el de capturar la información de la actividad principal de los productores, ignorándose el resto, y no tiene el propósito de proporcionar información por predio, sino en el plano nacional. Por lo anterior, sus datos no dan cabida para hacer estudios cuantitativos sobre la diversidad en el uso de semillas por predio y sólo proporcionan información que refleja la situación nacional. Agradecemos a Andrés Casco, Ángel Alcalde, Raúl Bolaños, Roberto Aceves, Virgilio Berrones, Carlos Romero y Octaviano Hernández (todos ellos de la SARH), por el apoyo que nos dieron para la obtención y procesamiento de los datos de la encuesta.

CUADRO I
Maíz, ciclos primavera-verano: 1976 y 1990-1991
Uso de semillas según régimen de aguas

	Superficie sembrada (miles de ha)		Superficie cosechada (miles de ha)		Producción (miles de toneladas)		Rendimiento (ton/ha cosechada)					
	1976	1990/91	1976	1990/91	1976	1990/91	1976	1990/91				
<i>Semillas mejoradas</i>	1 714.6	1 449.8	0.85	1 502.9	1 423.8	0.95	1 851.0	4 161.8	2.25	1.23	2.92	2.37
Riego	170.3	288.0	1.69	146.2	286.6	1.96	278.0	1 101.8	3.96	1.90	3.84	2.02
Temporal	1 544.3	1 161.8	0.75	1 356.7	1 137.2	0.84	1 573.0	3 060.0	1.95	1.16	2.69	2.32
<i>Semillas criollas y autóctonas</i>	4 994.6	3 826.1	0.77	4 167.8	3 648.3	0.88	4 740.0	5 655.7	1.19	1.14	1.55	1.36
Riego	724.4	346.3	0.48	603.2	343.4	0.57	851.0	780.7	0.92	1.41	2.27	1.61
Temporal	4 270.2	3 479.8	0.81	3 564.6	3 304.9	0.93	3 889.0	4 874.0	1.25	1.09	1.48	1.35
Totales	6 709.2	5 275.8	0.79	5 670.7	5 072.1	0.89	6 591.0	9 817.5	1.49	1.16	1.94	1.67
<i>Participaciones</i>												
<i>Semillas mejoradas</i>	25.56%	27.48%	1.08	26.50%	28.07%	1.06	28.08%	42.39%	1.60			
Riego	9.93%	19.87%	2.00	9.73%	20.13%	2.07	15.02%	26.47%	1.76			
Temporal	90.07%	80.13%	0.89	90.27%	79.87%	0.88	84.98%	73.53%	0.87			
<i>Semillas criollas y autóctonas</i>	74.44%	72.52%	0.97	73.50%	71.93%	0.98	71.92%	57.61%	0.80			
Riego	14.50%	9.05%	0.62	14.47%	9.41%	0.65	17.95%	13.80%	0.77			
Temporal	85.50%	90.95%	1.06	85.53%	90.59%	1.06	82.05%	86.20%	1.05			

* 1990-1991 vs. 1976.

Fuentes: 1976, Montañez, Carlos y Horacio Aburto (1979), p. 212, 1990 y 1991, SARH, Encuesta de costos.

nacional de maíz de 1960 a 1983/85 no se deben tanto a la adopción de SM, sino a las políticas estatales de abasto de insumos, y de subsidios a éstos y al crédito.¹⁸

Sin embargo, la reducción del área dedicada al maíz de 1990/91 respecto de 1976 (cuadro 1) y la tendencia observada en México de sustituirlo por el cultivo del sorgo —siendo en el país un grano sin biodiversidad e industrial—, también indican la factibilidad del argumento Barkin (*op. cit.*) que dice que estos fenómenos han llevado a la erosión genética del maíz.

Por otro lado, las cifras del cuadro 1 muestran que el mayor crecimiento en los rendimientos es el que se ha dado en las tierras que usan SM, sean éstas irrigadas o de temporal.¹⁹ Esto sugiere que, a mayor acceso a recursos —es decir, a mayor modernización— más productividad, pero mayor uso de SM. A su vez, este proceso ha significado que, durante los últimos quince años, el aumento en los rendimientos en la producción del grano —gracias al uso de SM y a recurrir cada vez más a insumos industriales— han reducido los requisitos de tierra para producirlo.²⁰

A partir de esta información y puntos de vista sería aventurado presentar alguna conclusión sobre el grado de erosión genética del maíz en México. Una forma de aproximarse a una respuesta es mediante el estudio de la estructura de uso de distintas semillas del maíz por tipo de productor y de los posibles efectos que el desarrollo del país tendrá sobre tal patrón. Esto lo haremos usando la información existente al respecto, así como la que hay sobre el grado de vinculación que los agricultores tienen con los mercados y su estructura de costos. La distinción de los predios por tipo de propiedad y régimen de aguas es importante, pues en cierta forma captura la heterogeneidad prevaleciente en el agro mexicano y, con

¹⁸ Brush *et al.*, 1988, pp. 310-316. Hay que notar que en este estudio se usa información muy agregada, por lo que el argumento debe tomarse como una hipótesis, sujeta a verificación empírica.

¹⁹ Consecuencia de lo anterior es que, en 1976, 25.5% de las tierras cultivadas con semillas mejoradas contribuyó con 28% de la producción nacional del maíz, mientras que en 1990/91 27.5% produjo 42.4% de la oferta total de maíz.

²⁰ Esto, por supuesto, no quiere decir que el maíz en México enfrente serios problemas de oferta (véase, por ejemplo, A. Yúnez-Naude, 1993).

ello, las desigualdades en el mantenimiento o destrucción de la riqueza biológica del maíz.

Nuestra propuesta es que, los agricultores que usan semillas criollas y autóctonas son los que recurren menos al mercado de semillas y los que tienen el mayor potencial de conservación de la biodiversidad.²¹ Esto debido a que los productores que usan menos semillas comerciales mezclan los varios genotipos que resultan de las cruza; por el contrario, los agricultores que compran semillas reducen tal mezcla al adquirir semilla que ya ha sido modificada y cuya característica es la pureza de su variedad.

Datos sobre las características de la producción y oferta maicera en México y su asociación con el tipo de semillas usadas apenas empiezan a producirse.²² Los existentes muestran que hay una asociación entre el tamaño de los predios y el régimen de aguas con la productividad y tipo de semillas usadas (cuadro 2). O sea que, entre más grandes los predios, y si cuentan con irrigación, mayor uso de SM y mayor productividad. Así por ejemplo, los predios más productivos dedicados al cultivo de maíz son grandes, irrigados y usan SM, situación que se nota al comparar las características de la producción dentro del ciclo primavera-verano (pv) de 1990 y entre este ciclo y el de otoño-invierno (oi) de 1991.

El detalle que hay en los datos de la "Encuesta de costos" del ciclo pv de 1991 aporta información adicional para conocer las características de la producción de maíz en el México contemporáneo.

Lo que dijimos a partir de las cifras del cuadro 2 se aplica para ese año y ciclo (cuadro 3A). Además, los datos muestran que, entre los predios que usan SM, los ejidales son más pequeños y sus tierras menos productivas, sean irrigadas o no. En contraste, los productores de maíz que usan semillas criollas y autóctonas son, en estos términos, relativamente homogéneos (el tamaño y rendimientos de

²¹ Es una forma alternativa al estudio de la diversidad que sugieren Brush *et al.*, 1988, p. 318.

²² Es por tanto imposible elaborar estudios cuantitativos intertemporales, razón por la cual nos remitiremos a hacer un análisis de 1990 y 1991, años para los que existe la información requerida. Además, datos relevantes a la presente reflexión —nos referimos a los que aportan información respecto al destino de la producción maicera— sólo los hay para 1991 (en *supra*, nota 17 indicamos los límites de esta base de datos).

CUADRO 2
Maíz, ciclos primavera-verano 1990 y otoño-invierno 1991
Uso de semillas por régimen de aguas, tamaño de los predios y productividades, 1990-1991

	Número de productores (miles)		Superficie cosechada (miles de ha)		Producción (miles de ton)		Tamaño de los predios (ha por productor)		Productividad (ton por ha cosechada)	
	PV:90	OI:91	PV:90	OI:91	PV	OI:91	PV:90	OI:91	PV:90	OI:91
<i>Semillas mejoradas (SM)</i>	281.5	21.1	1 445.5	325.4	3 857.2	1 437.8	5.21	15.55	2.67	4.42
Riego	31.1	20.4	215.2	325.4	684.3	1 437.8	6.92	15.99	3.01	4.42
Temporal	250.4	0.8	1 230.3	0.0	3 208.9	0.0	5.00	4.00	2.61	—
<i>Semillas criollas (SC)</i>	764.4	37.8	2 865.0	79.6	4 751.5	75.5	3.88	2.11	1.66	0.95
Riego	99.6	0.0	259.7	0.0	565.2	0.0	2.61	—	2.18	—
Temporal	664.9	37.8	2 605.4	79.6	4 186.2	75.5	4.07	2.11	1.61	0.95
Total	1 046.0	59.0	4 310.5	405.0	8 608.7	14 532.2	4.24	6.93	2.00	3.47
<i>Participaciones</i>	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)				
SM	26.92	35.86	33.53	80.34	44.81	95.01				
Riego	11.05	96.32	14.89	100.00	16.81	100.00				
Temporal	88.95	3.68	85.11	0.00	83.19	0.00				
SC	73.08	64.14	66.47	19.66	55.19	4.99				
Riego	13.03	0.00	9.06	0.00	11.90	0.00				
Temporal	86.97	100.00	90.94	100.00	88.10	100.00				

Fuentes: 1976, Montañez, Carlos y Horacio Aburto (1979), p. 212, 1990 y 1991, SARH, Encuesta de costos.

CUADRO 3A
Maíz, ciclo primavera-verano 1991
Estructura de la producción y "utilidad" según uso de semillas, régimen de propiedad y de aguas

	Número de productores	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Tamaño del predio (ha sembrada/milímetro de productos)	Utilidad		
					Productividad (ton/ha)	Por ton* (%)	Miles de pesos por ha.**
<i>Semillas mejoradas</i>	329 054	1 417 115	4 482 010	4.40	3.16	3.56	3 900.3
Riego ejidal	84 165	294 253	1 203 269	3.53	4.09	4.04	5 276.4
Riego privado	7 504	63 487	350 813	8.46	5.53	5.42	7 726.6
Subtotal	91 669	357 740	1 554 082	3.93	4.34	4.29	5 712.5
Temporal ejidal	215 114	824 029	2 087 878	3.96	2.53	3.05	2 919.7
Temporal privado	2 271	235 346	840 050	10.57	3.57	3.85	4 529.9
Subtotal	237 385	1 059 375	2 927 928	4.58	2.76	3.29	3 298.7
Ejidal	299 279	1 118 282	3 291 147	3.84	2.94	3.34	3 534.2
Privada	29 775	298 833	1 190 863	10.04	3.99	4.19	5 202.8
<i>Semillas criollas</i>	2 100 743	4 429 219	6 551 720	2.23	1.48	2.24	1 404.3
Riego ejidal	214 623	381 098	910 989	1.80	2.39	2.54	2 485.6
Riego privado	29 241	46 367	86 293	1.59	1.86	2.97	2 117.1
Subtotal	243 864	427 464	997 281	1.78	2.33	2.58	2 451.8
Temporal ejidal	1 593 016	3 375 895	4 652 010	2.26	1.38	2.23	1 305.6
Temporal privado	263 862	625 860	902 429	2.47	1.44	2.06	1 274.0
Subtotal	1 856 878	4 001 755	5 554 439	2.29	1.39	2.21	1 302.6
Ejidal	1 807 640	3 756 993	5 562 999	2.21	1.48	2.26	1 415.6
Privada	293 103	672 226	988 722	2.38	1.47	2.13	1 336.0
Total nacional	2 429 797	5 846 334	1 033 730	2.52	1.89	2.73	2 051.2

*Precio (1 715 000 pesos por ton) sobre costo por tonelada.

** Ingreso menos costo por ha.

Fuente: SARI, Encuesta costos, ENCUPV91 (cuestión, insumos y gastos. DBF)

los predios ejidales de riego es similar a su contraparte privada y lo mismo pasa con los temporaleros ejidales y privados).

Por último, son los predios que usan SM los que tienen más “utilidades” o “rentas” y, dentro de ellos, los privados son los que reportan las más elevadas (véanse las últimas dos columnas del cuadro 3A).²³

Un aspecto importante de las características de la oferta de maíz es que está dominada por la producción ejidal en tierras de temporal, usando SC (cuadro 3B).

CUADRO 3B
Maíz, ciclo primavera-verano 1991
Participaciones según uso de semillas, régimen de propiedad y de aguas

	<i>Número de productres</i>	<i>Superficie (ha) sembrada</i>	<i>Superficie (ha) cosechada</i>	<i>Producción (ton)</i>
Semillas mejoradas	13.54	23.61	24.24	40.62
Riego ejidal en riego	91.81	82.39	82.25	77.43
Riego priv. en riego	8.19	17.61	17.75	22.57
Riego con SM	27.86	24.89	25.24	34.67
Temp. ejid. en temp.	90.62	78.36	77.78	71.31
Temp. priv. en temp.	9.38	21.64	22.22	28.69
Temp. con SM	72.14	75.11	74.76	65.33
Ejidal con SM	90.95	79.36	78.91	73.43
Privada en SM	9.05	20.64	21.09	26.57
Semillas criollas	86.46	76.39	75.76	59.38
Riego ejidal en riego	88.01	89.30	89.15	91.35
Riego priv. en riego	11.99	10.70	10.85	8.65
Riego con SC	11.61	9.25	9.65	15.22
Temp. ejid. en temp.	85.79	84.67	84.36	83.75
Temp. priv. en temp.	14.21	15.33	15.64	16.25
Temp. con SC	88.39	90.75	90.35	84.78
Ejidal con SC	86.05	85.10	84.82	84.91
Privada en SC	13.95	14.90	15.18	15.09

Fuente: Cuadro 3A.

²³ Si los datos que calculamos sobre “utilidad” se interpretan como una aproximación a los ingresos de los agricultores provenientes de la renta de la tierra o si se usan para proponer que existe una relación directa y positiva entre calidad de la tierra y beneficios, habrá coincidencia entre nuestros hallazgos al respecto y los de Burke. Es decir, que el valor de la tierra de los productores que adoptan SM es más elevado (véase M. Bellon y J. E. Taylor, 1993, p. 764).

La información sobre el destino de la producción del grano, también para el ciclo PV de 1991 (cuadro 4), revela el grado de vinculación con el mercado de maíz de los productores que lo cultivan. Los predios en los que se usan SC canalizan gran parte de su producción al autoconsumo (51%), independientemente del régimen de propiedad o recursos pluviales, y lo contrario sucede con aquellos que basan su producción en el uso de SM, pues venden casi toda su producción.

Los datos sobre el costo por hectárea según tipo de propiedad y régimen de aguas muestran que éste es mayor para los productores que usan SM y que el de los temporaleros es menor, sean ejidales o privados (cuadro 5A). Esto es válido para cada uno de los componentes de los costos, salvo en el caso del gasto en el uso de animales.

Cabe destacar que la participación en el total de los costos por hectárea cosechada ocasionados por la compra de semillas e insumos y los gastos diversos por hectárea (compuestos por erogaciones en electricidad, combustión interna, impuestos, intereses, seguros y asistencia técnica) son mucho más elevados para los productores que usan SM. Consecuencia de lo anterior es que el peso de los insumos y gastos diversos en el costo total es mayor para este tipo de productores, sean ejidatarios o propietarios privados (cuadro 5B).²⁴

La información de los cuadros 3 a 5B indica que los predios menos capitalizados, con menores recursos y ganancias y con una reducida vinculación a los mercados de insumos y productos, es decir, los productores "tradicionales", son los más proclives al uso de SC. Si a esto agregamos que son ellos los que menos recurren al mercado de semillas, es probable que también sean los que mantienen la biodiversidad del maíz.

Con el fin de estudiar con rigor la validez de las conclusiones anteriores, elaboramos un análisis econométrico. El objetivo fue indagar la base empírica de la hipótesis que dice que el grado de "modernidad" o "capitalización" de los predios determina el tipo

²⁴ Un dato no esperado es que la participación de la mano de obra familiar o propia en el costo por hectárea causada por el uso de este factor, sea menor para los productores que usan SC (cuadro 5B, cols. 5 a 7), cuestión que abajo discutimos (notas 26 y 46).

CUADRO 5A
Maíz, ciclo primavera-verano 1991
Costos por hectárea cosechada (miles de pesos)

	Labores										Gastos diver- sos			
	Insumos			Mano de obra			Trac- ción animal			Alqui- Maqui- lada narrta				
	Sub- total	Semi- llas	Sub- total	Propia	Alqui- lada	Trac- ción animal	Propia	Alqui- lada	Maqui- narrta	Propia		Alqui- lada	Gastos diver- sos	
<i>Semillas mejoradas (SM)</i>														
Riego-ajidal	1 737	304	163	1 250	628	154	474	61	34	27	562	297	264	183
Riego-privado	1 750	391	188	1 119	673	277	397	95	95	0	351	144	207	240
Subtotal	1 738	311	165	1 240	632	164	468	64	39	24	545	285	260	187
Temporal ejidal	1 426	311	101	1 067	366	91	274	131	97	33	571	275	269	47
Temporal privado	1 592	413	103	1 120	511	305	206	82	47	35	528	70	458	58
Subtotal	1 441	321	101	1 072	379	111	268	126	93	34	567	256	311	48
Ejidal	1 513	309	119	1 119	439	109	331	111	80	31	568	281	287	85
Privada	1 632	408	124	1 120	552	298	254	85	59	26	483	89	395	104
Total SM	1 524	318	119	1 119	450	126	324	109	78	31	561	264	297	87
<i>Semillas criollas (SC)</i>														
Riego-ajidal	1 614	243	34	1 289	456	77	379	146	90	56	688	370	318	82
Riego-privado	1 075	103	17	953	1223	30	93	337	165	171	493	254	240	19
Subtotal	1 549	226	32	1 249	416	71	345	168	99	70	665	356	308	74
Temporal ejidal	1 058	160	24	887	174	30	144	191	132	59	521	356	165	11
Temporal privado	1 199	192	23	993	203	67	136	248	144	105	542	277	265	14
Subtotal	1 078	165	24	902	178	36	143	199	134	66	524	345	180	11
Ejidal	1 124	170	25	934	207	36	173	186	127	59	541	358	183	19
Privada	1 186	183	22	989	195	63	132	257	146	111	537	274	263	14
Total SC	1 133	172	25	942	206	40	166	196	130	66	541	346	195	19
Total nacional	1 186	192	37	966	2397	51	187	184	123	61	543	335	208	28

Fuente: SAHR, Encuesta de costos, ENCUPV91 (cuestión insumos y gastos. DIF).

CUADRO 5B
Maíz, ciclo primavera-verano 1991
Costos por hectárea cosechada; participaciones

	Labores										Gastos diver- sos			
	Insumos			Mano de obra		Trac- ción animal		Alqui- lada		Maqui- naria		Alqui- lada		
	Sub- total	Semi- llas	Sub- total	Propia	Alqui- lada	Propia	Trac- ción animal	Propia	Alqui- lada	Propia			Alqui- lada	
<i>Semillas mejoradas (SM)</i>														
Riego-ejidal	100	17	54	72	50	24	76	5	56	44	45	53	47	11
Riego-privado	100	22	48	64	60	41	59	9	100	0	31	41	59	14
Subtotal	100	18	53	71	51	26	74	5	62	38	44	52	48	11
Temporal ejidal	100	22	33	75	34	25	75	12	74	26	53	48	52	3
Temporal privado	100	26	25	70	46	60	40	7	57	43	47	13	87	4
Subtotal	100	22	32	74	35	29	71	12	73	27	53	45	55	3
Ejidal	100	20	38	74	39	25	75	10	72	28	51	49	51	6
Privada	100	25	31	69	49	54	46	8	69	31	43	18	85	6
Total SM	100	21	38	73	40	28	72	10	71	29	50	47	53	6
<i>Semillas criollas (SC)</i>														
Riego-ejidal	100	15	14	80	35	17	83	11	62	38	53	54	46	5
Riego-privado	100	10	17	89	13	24	76	35	49	51	58	51	49	2
Subtotal	100	15	14	81	33	17	83	14	59	41	53	54	46	5
Temporal ejidal	100	15	15	84	20	17	83	22	69	31	59	68	32	1
Temporal privado	100	16	12	83	20	33	67	25	58	42	55	51	49	1
Subtotal	100	15	14	84	20	20	80	22	67	33	58	66	34	1
Ejidal	100	15	15	83	22	17	83	20	68	32	58	66	34	2
Privada	100	15	12	83	20	32	68	26	57	43	54	51	49	1
Total SC	100	15	14	83	22	19	81	21	66	34	57	64	36	2
Total nacional	100	16	19	81	25	22	78	19	67	33	56	62	38	2

Fuente: cuadro 5A.

CUADRO 4
Maíz, ciclo primavera-verano 1991
Estructura del destino de la producción física, participaciones de las ventas y el autoconsumo

	Total (%)	Ventas (%)	Autoconsumo				Otros (%)
			Humano (%)	Animal (%)	Semillas (%)		
<i>Semillas mejoradas</i>	100.00	87.64	8.87	3.13	0.09	0.27	
Riego ejidal	100.00	87.55	8.32	3.01	0.09	0.93	
Riego privado	100.00	97.04	1.54	1.43	0.00	0.00	
Subtotal	100.00	89.77	6.79	2.66	0.07	0.72	
Temporal ejidal	100.00	82.13	13.03	4.67	0.13	0.04	
Temporal privado	100.00	98.00	2.00	0.00	0.00	0.00	
Subtotal	100.00	86.50	10.00	3.39	0.10	0.03	
Ejidal	100.00	84.15	11.31	4.07	0.12	0.36	
Privada	100.00	97.70	1.86	0.44	0.00	0.00	
<i>Semillas criollas</i>	100.00	51.10	39.09	8.13	1.05	0.63	
Riego ejidal	100.00	49.95	35.86	10.79	0.47	2.92	
Riego privado	100.00	37.64	30.98	31.39	0.00	0.00	
Subtotal	100.00	48.89	35.44	12.56	0.43	2.67	
Temporal ejidal	100.00	50.63	39.34	8.40	1.34	0.29	
Temporal privado	100.00	57.36	42.64	0.00	0.00	0.00	
Subtotal	100.00	51.51	39.77	7.30	1.17	0.25	
Ejidal	100.00	50.52	38.77	8.79	1.20	0.72	
Privada	100.00	55.21	41.37	3.42	0.00	0.00	
Total nacional	100.00	66.13	26.66	6.07	0.66	0.48	

Fuente: SARI, Encuesta de costos.

de semilla utilizada (sc o sm). O sea que pusimos a prueba econométrica lo que sugieren los datos discutidos, a saber: si es cierto que los predios temporaleros, menos capitalizados y menos vinculados a los mercados, presentan una tendencia mayor a utilizar sc, y viceversa.²⁵

Lo primero que se tuvo que resolver fue la selección de las variables que representen el grado de capitalización de las unidades. Después de realizar un análisis de las disponibles a partir de la "Encuesta de costos", se seleccionaron las siguientes.²⁶

- La variable "INS" que contiene el valor de los insumos utilizados (fertilizantes, herbicidas, etc.), suponiendo que un valor menor en INS está asociado a un nivel bajo de capitalización.

- La variable "P12" que es la cantidad del producto que se vende, suponiendo que las unidades menos capitalizadas se caracterizan por destinar parte importante de su producción al autoconsumo.

- La variable "P16", que representa la cantidad del producto que se autoconsume, suponiendo que entre menor sea el grado de capitalización mayor será la proporción de la producción que se dedica al autoconsumo.

- La "I15" o modalidad en la siembra; una variable *dummy* definida de la siguiente manera:

$$I15 = \begin{cases} 1 & \text{si la unidad es de riesgo} \\ 0 & \text{si la unidad es de temporal} \end{cases}$$

²⁵ La fuente de información usada en el estudio econométrico es la misma, es decir, la proporcionada por la "Encuesta de costos", que contiene 2 448 registros.

²⁶ Durante el proceso de especificación y estimación del modelo, además de las que finalmente seleccionamos, otras variables fueron consideradas. Dentro de éstas sobresalen las referentes a la mano de obra propia y alquilada. No las incluimos, ya sea porque sus coeficientes no fueron significativos, o porque fueron utilizadas en otro tipo de modelos cuyas pruebas de bondad de ajuste resultaron insuficientes. Nótese que el resultado es compatible con lo que dijimos en la discusión de los datos de la encuesta, respecto al resultado no esperado sobre la participación relativa por tipo de predio de los costos por hectárea de la mano de obra propia y alquilada en el costo total por el uso de este factor (ver cuadro 5B y *supra*, nota 24, p. 78). Sin embargo, esto no coincide con los resultados obtenidos por Bellon y Taylor (*Cf. infra*, nota 46).

en este caso se supone que los predios más capitalizados son los que cuentan con riego.²⁷

La variable dependiente (I16) es una *dummy* definida de la siguiente manera:

$$I16 = \begin{cases} 1 & \text{si la unidad utiliza semilla criolla} \\ 0 & \text{si la unidad utiliza semilla mejorada} \end{cases}$$

De acuerdo con lo anterior la ecuación que se estimó fue:

$$I16 = f(C, INS, P12, P16, I15)$$

donde C es la constante.

El signo esperado de los coeficientes es, en todos los casos, negativo, a excepción del coeficiente de P16, que se prevee sea el contrario. O sea que esperamos que haya una asociación negativa y significativa entre uso de SC y compra de insumos, ventas y riego, y una positiva, también significativa, entre uso de SM y autoconsumo.

El siguiente problema a resolver fue la selección de la forma funcional de la ecuación. El tener a una variable cualitativa como dependiente (es decir una *dummy*) imposibilita la utilización de los métodos tradicionales de estimación. Por lo tanto, se consideraron tres alternativas para este caso particular de regresión: el modelo probabilístico lineal y los denominados modelos *probit* y *logit*.²⁸

Los dos últimos se diferencian del probabilístico lineal en el sentido de que no consideran a la variable *dummy* dependiente como un hecho, sino más bien como una "propensión o habilidad".²⁹ Esto es, en los modelos *probit* y *logit* la variable I16 no mide si la unidad utiliza o no SC, sino que tal variable se define como "la

²⁷ Debido a que cuando elaboramos el estudio econométrico aún no teníamos acceso a los datos de la "Encuesta" con un desglose por tipo de propiedad (ejidal o privado), no incluimos esta distinción.

²⁸ Sin embargo, no presentamos los resultados del modelo probabilístico lineal debido a que no fueron del todo satisfactorios: además de tener una R^2 baja, presentaba problemas de autocorrelación. Por el contrario, y como veremos, los modelos *logit* y *probit* arrojaron resultados aceptables.

²⁹ Véase G. S. Maddala, 1992, p. 324.

propensión a utilizar *sc*", y con ellos se supone que las variables explicativas miden tal propensión.

Si tales variables toman la siguiente forma

$$\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} \quad (1)$$

(en donde x_{ij} representa la observación i de la variable j), con esto es posible establecer el modelo probabilístico:

$$P_i = \text{Prob}(y_i = 1) = \text{Prob}(u_i > -\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij}) \quad (2)$$

(donde u_i es el término de error). La función de distribución acumulativa de u puede ser escrita como:

$$P_i = F(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij}) \quad (3)$$

puesto que las y_i son realizaciones de un proceso binomial, la función de verosimilitud sería:

$$L = \prod_{y_i=1} P_i \prod_{y_i=0} (1 - P_i) \quad (4)$$

la maximización de esta función a través de métodos de estimación no lineales, da origen al modelo, que será *logit* si se supone que la distribución acumulativa de u es logística, y *probit* si se supone que dicha distribución es normal.

Los resultados obtenidos usando ambos modelos son satisfactorios (cuadro 6).³⁰

³⁰ Las primeras dos columnas del cuadro corresponden a las estimaciones originales de los modelos *logit* y *probit* con su correspondiente estadístico "t" de

CUADRO 6
Estimaciones de los modelos *logit* y *probit*

<i>Variable</i>	<i>Logit</i>	<i>Probit</i>	<i>Logit-A</i>
Constante	2.7696 (25.25)	1.6206 (28.47)	0.9060
INS	-0.0036 (-12.35)	-0.0021 (-12.83)	-0.0023
P16	28.9960 (3.76)	14.3443 (4.04)	-1.3918
P12	-2.2268 (-8.13)	-1.2847 (-8.27)	-1.3918
I15	-1.4252 (-11.22)	-0.8215 (-11.22)	-0.8908
Errores	390	391	
Aciertos	2 058	2 057	
Correlación	0.530	0.533	

Resulta importante notar que, debido a los diferentes supuestos sobre la distribución del término de error u entre ambos modelos, los valores numéricos de los estimadores no son comparables. Sin embargo, existen algunas alternativas de transformación para solucionar este problema. Siguiendo un criterio de Amemiya, los coeficientes del modelo *logit* fueron multiplicados por .625 a efecto de hacerlos comparables con los del *probit*.³¹

Adicionalmente tomamos en cuenta que los modelos *logit* están afectados en su término constante por la desproporción de las muestras.³² Para solucionar el problema seguimos la propuesta de Maddala,³³ que consiste en decrecer por " $\log p_1 - \log p_2$ " el término constante (p_1 y p_2 corresponden a las proporciones de las observaciones entre los dos grupos). Así tenemos que $p_1 = .79$ y $p_2 = .21$ y, por lo tanto, $\log(.79) - \log(.21) = 1.32$.

student" entre paréntesis. Explicamos abajo las características de la tercera y última columna.

³¹ T. Amemiya, 1981, p. 1488.

³² Esto se aplica a nuestra base de datos, puesto que en ella hay 1 946 casos en donde I16 = 1 y 502 con I16 = 0, es decir, hay mucho más productores que usan sc.

³³ G. S. Maddala, *op. cit.*, pp. 330-331.

Esta doble corrección al modelo *logit* da origen a *Logit-A*, cuyos resultados están en la última columna del cuadro 6.

La R^2 como una medida de la bondad de ajuste de la regresión no se aplica cuando la variable dependiente toma solamente dos valores,³⁴ pero existen algunas alternativas para hacer esta medición. Seleccionamos dos de ellas: la primera consiste en contabilizar el número de “aciertos” sobre el número total de observaciones. Por “acierto” consideramos una estimación del valor de la variable dependiente mayor a .5 asociado con el valor original 1, o bien un valor estimado menor a .5 asociado con un valor original cero.³⁵ La segunda alternativa de bondad de ajuste consistió simplemente en calcular el coeficiente de correlación entre la variable dependiente original y su correspondiente estimación.

Los resultados al respecto son satisfactorios (por ejemplo, hay 84% de aciertos tanto en las estimaciones del modelo *logit* como del *probit*; ver parte inferior del cuadro 6). Además, con los ajustes en los valores de los coeficientes del modelo *logit* antes mencionados se aprecia que los dos modelos son bastante similares (cuadro 6, columnas 3 y 4).

Las conclusiones que se obtienen a partir de ambos modelos coinciden con lo que esperábamos, por lo anterior, y porque todos los coeficientes son significativos y todos tienen los signos previstos.

Esto significa que la hipótesis central se corrobora. O sea que los productores temporaleros (coeficiente de la variable I15), que usan menos insumos (coeficiente de la variable INS) y que dedican parte importante de su producción al consumo humano (coeficiente de la variable P16), por lo que venden poco al mercado (coeficiente de la variable P12), son los que tienen tendencia a usar semillas criollas (y autóctonas).³⁶

Así entonces, los resultados precisos del modelo econométrico (cuadro 6) no contradicen lo observado directamente a partir de

³⁴ *Ibid.*, pp. 332-335.

³⁵ No hay que olvidar que los valores estimados de la variable dependiente tienen una interpretación probabilística; de hecho y por construcción, dichos valores están limitados al intervalo [0,1].

³⁶ Por supuesto, lo contrario sucede con los productores que aplican SM.

los datos de la “Encuesta” (cuadros 3 a 5); a saber, que los predios “tradicionales” son los más proclives al uso de sc.

De todo lo anterior surge una conclusión preliminar: que el proceso de modernización del agro mexicano acelerará la erosión genética del maíz.

ESTUDIOS DE CASO SOBRE LA BIODIVERSIDAD GÉNÉTICA DEL MAÍZ EN UNA ZONA DE ORIGEN

No obstante que estudios generales como los presentados en la sección previa permiten aproximarse al conocimiento de las tendencias en el uso de semillas, sobre los factores que lo determinan y sobre la asociación entre uso y características de los productores, sus resultados son insuficientes para el análisis de la biodiversidad y erosión genética de las semillas.

Esto no se debe exclusivamente a las características de los datos existentes y a los límites de los estudios econométricos, sino a otras dos cuestiones, mucho más fundamentales. Nos referimos al hecho de que la biodiversidad del maíz no se encuentra distribuida de manera homogénea a lo largo de todo el territorio nacional. Al contrario, sólo en ciertas regiones es donde ha sido y sigue siendo rica; sobre todo en las zonas de origen, donde hay tradición en el cultivo a partir de semillas criollas y autóctonas y donde prevalecen predios campesinos de tipo familiar. Además, es práctica común de estos productores plantar con una combinación de distintas variedades de maíz en una misma unidad de producción, o sea que es típico que en un mismo predio se usen tanto semillas mejoradas como criollas y autóctonas o locales. Lo último señala la posibilidad de que la adopción de semillas de alto rendimiento sea sólo parcial, e indica los sesgos que trae consigo el adoptar una visión dicotómica sobre el asunto, es decir, que se suponga que la adopción de semillas mejoradas sea para toda el área plantada en el predio.

La microinvestigación —es decir, de las unidades— es, en consecuencia, componente necesario para elaborar estudios sobre el estado de la biodiversidad genética de las semillas del maíz y sus tendencias. Sin embargo, y aún dentro de tal perspectiva, persiste la ignorancia sobre qué tan profunda sea la erosión genética de las

semillas. A nuestro parecer, hay dos razones que explican tal situación. En primer lugar, la naturaleza del sujeto de análisis exige el enfoque interdisciplinario, que combine la teoría y los métodos, tanto de la ecología como de las ciencias sociales. En segundo lugar, y probablemente como resultado de la ausencia de un enfoque interdisciplinario, los investigadores carecen de modelos específicos, hipótesis y datos que relacionen la diversidad genética con las prácticas y decisiones de los agricultores de los países en desarrollo.

Afortunadamente, empiezan a publicarse estudios que intentan superar estas limitaciones; dos de ellos están basados en trabajos de campo para el maíz realizados en Chiapas, uno de los estados más importantes de México en la producción del grano, donde subsiste la biodiversidad en los predios familiares o campesinos.³⁷

A partir de otro trabajo sobre la diversidad en el cultivo del maíz en tal estado se sabe que, no obstante los profundos cambios ahí ocurridos, todas las razas coleccionadas en 1947 seguían presentes en 1971. Así pues, la introducción de las semillas mejoradas desde 1946 no significó el reemplazamiento de las locales, sino su incorporación al repertorio de semillas usadas. El proceso de administración y selección del nuevo germoplasma fue similar al aplicado para las razas locales; en consecuencia la homogeneidad de las nuevas variedades fue transformada en poblaciones heterogéneas de polinización abierta. La razón que podría explicar el fenómeno es que cada tipo de semillas es adecuado para cierto nicho socioecológico (definido por las condiciones de temperatura y evaporización, por el destino del cultivo, etc.) y que el proceso de cambio ocurrido en Chiapas ha creado nuevos nichos, sin haber destruido la totalidad de los antiguos. Entonces, las variedades nuevas pudieron ser incorporadas sin la destrucción de las viejas.³⁸

Sin embargo, y como afirman Brush *et al.*, no puede suponerse *a priori* que los cambios socioeconómicos, tendrán como resultado la creación de nuevos nichos; por el contrario, también puede suceder que tales modificaciones lleven a la homogeneización y a la creación de unos cuantos nichos a expensas de otros.

³⁷ Brush *et al.*, 1989, pp. 316-318 y M. Bellon y Edward Taylor, 1993, p. 767.

³⁸ Véase R. Ortega-Paczka, 1973, citado por Brush *et al.*, 1988, pp. 317-318.

La evaluación del estado de la biodiversidad del maíz, bajo distintas condiciones socioeconómicas, debe ir más allá del simple recuento de la presencia o ausencia de razas;³⁹ idealmente se debería medir la participación relativa de razas y sus diversos genotipos. No obstante, debido a la gran cantidad de números involucrados, el segundo tipo de medición es muy difícil.⁴⁰

En el estudio de caso de una región de Chiapas, Brush y asociados evitan caer en tales sesgos al distinguir las semillas usadas según raza y variedad. Los autores se basan en la información recabada a partir de una encuesta realizada en el verano de 1987 en una zona del municipio chiapaneco de Ocozocoautla. La región es heterogénea en cuanto a régimen de propiedad —hay ejidos y pequeños propietarios— y tipos de suelo —los campesinos producen en tierras con pendiente y planas—, por lo que los hallazgos pueden tomarse como representativos de otras zonas similares o de ciertas áreas más grandes. Además, el hecho de que muchos de los hogares encuestados cultiven en ambos tipos de tierra⁴¹ permite estudiar las prácticas seguidas por predio a partir de las diferencias en la calidad de su factor de producción básico.

Los principales resultados de estudio de Brush *et al.*, son los siguientes: aun cuando los campesinos cultivan en la misma unidad tanto semillas mejoradas (SM) como locales (SC), la proporción de área plantada con las primeras es mayor en las tierras planas. Además, mientras que en este tipo de tierras se practica el monocultivo rotativo (maíz, cacahuete, algodón y frijol de soya), se usa

³⁹ El limitarse a una medición de este tipo puede conducir a conclusiones erróneas sobre el estado de la biodiversidad. Por ejemplo, puede ser que haya el mismo número de razas en dos periodos, pero que el grado de representatividad de cada una de ellas haya cambiado en el lapso transcurrido. Digamos que en el periodo inicial cinco razas representaron 80% del área plantada, mientras que para el segundo sólo dos razas contribuyen a formar este mismo porcentaje. En este caso, aun cuando el mismo número de razas se usen en los dos periodos, la biodiversidad se habrá reducido. Brush *et al.*, 1988, p. 318. En lo que sigue discutiremos los hallazgos de estos autores, presentados en *ibid.*, pp. 318-326.

⁴⁰ Una alternativa es lo que hicimos tentativamente en el plano macro, es decir, estudiar cuáles son las participaciones de las semillas compradas y autoconsumidas en la producción (*supra*, pp. 71-87).

⁴¹ Como promedio, cultivan 3.4 hectáreas en las laderas de montes y 8.4 hectáreas en tierras planas, *ibid.*, p. 320.

tracción animal o tractores y se recurre a los insumos comprados (fertilizantes, pesticidas y herbicidas), en las inclinadas se practica el cultivo intercalado, usando herramientas manuales y recurriendo menos al uso de insumos comprados.

A partir de un estudio estadístico con base en los datos recabados, los autores también concluyen que hay una asociación positiva entre la selección de SM y el acceso al capital; o sea que, entre más disponibilidad de este recurso, mayor tendencia al uso de SM.⁴²

Aunque el estudio de Bellon y Taylor también se basa en información recabada en la misma zona del municipio de Ocozacoautla, tiene sus diferencias respecto al de Brush y asociados: el trabajo de campo se hizo en 1988 y 1989; el número de encuestados es mayor, pero sólo incluye a los ejidatarios que están ubicados en la zona plana. Además, el estudio es más concreto y se basa en un modelo econométrico riguroso: tiene el propósito de probar empíricamente cómo la percepción de cada uno de los productores campesinos respecto de la calidad de sus tierras (es decir, cómo la "taxonomía popular", de los propios productores) configura su elección tecnológica, y en particular, su selección de semillas.⁴³ En su modelo, Bellon y Taylor relacionan a los tres tipos de semillas más usadas por los integrantes del ejido con cuatro calidades de suelo según la taxonomía local, y con otras variables exógenas.⁴⁴

⁴² Cabe aclarar que este último resultado es tentativo. Debido no sólo al pequeño tamaño de la muestra y a la ausencia de otro tipo de datos —limitaciones que los propios autores reconocen—, sino porque tenemos dudas sobre la forma en que se hizo el estudio estadístico. Por ejemplo, el texto no es claro sobre el procedimiento seguido para obtener el resultado a partir de datos por productor, que cultiva usando varios tipos de semillas tanto en las laderas como en las zonas planas; en consecuencia, para tener resultados sobre el efecto del acceso al capital en la selección de semillas habrá que separar el capital que usa en tierras planas del que aplica en las laderas.

⁴³ Con ello los autores toman claramente en cuenta la diversidad de las condiciones físicas existentes dentro de un mismo predio y analizan la cuestión cuantitativamente, algo que no se había hecho con anterioridad. Cf. M. Bellon y J. E. Taylor, 1993, pp. 763-786.

⁴⁴ Las semillas son de alto rendimiento, locales e intermedias. Las calidades de suelo las definen de acuerdo con la taxonomía local, siendo, por orden de calidad: tierra negra, tierra baya y colorada, tierra colorada amarilla y tierra cascajosa. El resto de las variables exógenas son: un índice de la fragmentación de los predios, la

Los resultados muestran que hay una relación significativa entre la calidad de la tierra y la selección de semillas, o sea que no contradicen la hipótesis de que la taxonomía popular configura la selección de la variedad de semillas aplicadas. En concreto, la tierra de mayor calidad (la negra) tiene una asociación positiva con el uso de variedades mejoradas e intermedias; en contraste, este tipo de tierra no tiene efecto significativo en el área plantada con semilla local. Asimismo, a medida que la calidad de la tierra decrece, los campesinos cambian hacia el uso de la semilla intermedia y después, hacia el de la local. En consecuencia, la peor tierra (la cascajosa) tiene un efecto positivo en el uso de la semilla autóctona y ningún efecto significativo en el de las otras dos.

Por lo que respecta a los parámetros estimados del resto de las variables, los autores obtienen los resultados siguientes. Los productores que logran resolver los problemas de crédito y capital humano tienden a aplicar semillas mejoradas (SM); la fragmentación de los predios está asociada negativamente con el uso de este tipo de semillas; los agricultores más jóvenes las usan más que los viejos y lo mismo sucede con los campesinos "ricos" respecto a los menos ricos y a los pobres, y los agricultores que reciben ingresos adicionales a los del predio adoptan menos SM.

Los resultados también indican que el acceso a trabajo masculino familiar juega un papel significativo en el uso de semillas locales y que el trabajo familiar no explica el uso de SM. Lo último coincide con la previsión de los autores de que, debido a su intensidad en tiempo, el cultivo a partir de SM requiere de trabajo asalariado intensivo, en un periodo corto. Además, el estudio cuantitativo indica que el uso de variedades locales está asociado con la producción familiar, no comercial y de baja aplicación de insumos comprados.

En síntesis, los trabajos micro de Brush y asociados y de Bellon y Taylor muestran que la adopción de semillas de maíz de alto

edad de los integrantes y su escolaridad, si es rico o pobre, el número de niños adultos en el predio y si hubo, durante 1988, ingresos provenientes de actividades fuera del predio. Es importante mencionar que la clasificación popular de los suelos en la zona coincidió con la que resultó de un análisis de laboratorio a partir de muestras de los mismos suelos. *Ibid.*, p. 772 y cuadro 5, p. 776.

rendimiento (SM), por lo menos en una de sus zonas de origen, no es un proceso dicotómico; por el contrario, tal adopción es un fenómeno parcial, que no sólo depende del grado de aversión al riesgo,⁴⁵ sino también de la calidad de la tierra (su grado de declive de acuerdo con el estudio de Brush *et al.*, o al tipo de tierra en sí, conforme a Bellon y Taylor), del acceso a recursos, del grado de fragmentación de los predios y de su vinculación con los mercados.

Además, el estudio econométrico de Bellon y Taylor remite a la posibilidad de que haya una correlación negativa entre el uso de SM y la biodiversidad en el plano de los predios, aunque subsista en ellos el uso combinado de semillas autóctonas, criollas y mejoradas.

HACIA UN DIAGNÓSTICO DE LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA DEL MAÍZ EN MÉXICO; RESULTADOS, PROBLEMAS DE ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS

Los hallazgos a partir de los estudios en los planos nacional y local tienen importantes coincidencias que permiten decir lo siguiente: los predios pequeños que cultivan en tierras de peor calidad (en el plano macro, los predios temporaleros con bajas “rentas”) o más fragmentados y con tierras más heterogéneas (en los estudios de caso); los menos vinculados a los mercados y con menor acceso al capital e insumos, son los que tienden a aplicar más semillas criollas y locales y los que mantienen la biodiversidad del maíz.⁴⁶ O sea que, los predios “tradicionales” (muchos de ellos ejidales) son los que conservan la diversidad del grano.

⁴⁵ Los estudios sobre la adopción parcial de las semillas de altos rendimientos se han centrado en enfatizar el riesgo y la aversión a él, sin tomar en cuenta la heterogeneidad ecológica. Lo anterior puede llevar a recomendaciones erradas en materia de política. Por ejemplo, supóngase una situación de heterogeneidad ecológica en donde los agricultores hayan seleccionado una combinación óptima de semillas, incluyendo las mejoradas. En este contexto una política dirigida a impulsar la generalización y uniformidad en el uso de SM puede provocar patrones de cultivo ineficientes (*ibid.*, pp. 763-764 y 781).

⁴⁶ Un aspecto en el que no hay coincidencia entre los datos nacionales y los microhallazgos es el que se refiere al uso de trabajo familiar y asalariado. Como anotamos en la sección 3, los datos de la “Encuesta de costos” indican que la participación de la mano de obra familiar en el costo por hectárea por el uso del

Para elaborar un diagnóstico más profundo, y en ausencia de datos para todo el país, se podrían tratar de extrapolar los resultados precisos de estudios elaborados en el plano regional o de los hogares y predios campesinos. Sin embargo, la conexión entre la biodiversidad regional o en los predios y la agregada es muy compleja.

Un aspecto de los problemas involucrados en tales intentos de generalización tiene que ver con la heterogeneidad ecológica y de formas en las que se produce el maíz en México. Por ejemplo, resultaría tan sesgado decir que en el país subsiste y se mantendrá la diversidad genética del grano con base en lo que sucede en comunidades de origen genético del maíz y de productores “tradicionales”, como lo sería argumentar lo contrario, a partir de lo que sucede en regiones donde se practica la agricultura comercial.

Tampoco sería aceptable hacer generalizaciones a partir de las prácticas de cultivo de unidades específicas. Esto debido a que cada hogar campesino usa y combina en forma distinta varios tipos de semilla. En consecuencia, la diversidad agregada podrá ser mayor a la que se encuentra en una unidad.⁴⁷

Si los hallazgos logrados son insuficientes para conocer la biodiversidad del maíz prevaleciente en México, mucho más lo serán para diagnosticar el grado de su erosión genética y hacer predicciones al respecto. Los resultados de los trabajos de campo

factor trabajo es mayor en los predios que usan SM. Además, los resultados del estudio econométrico en el plano nacional mostraron que las variables sobre uso de trabajo propio y alquilado no tuvieron poder explicativo (*supra*, notas 24 y 26, pp. 78-82). Por su parte, Bellon y Taylor sugieren que el uso de trabajo familiar no es elemento que explique la plantación de semillas de alto rendimiento (*op. cit.*, pp. 777 y 780). Una posible razón del tipo de resultados obtenidos a partir de los datos de la encuesta, es decir, de que el peso de la mano de obra familiar sea mayor para los predios que usan SM, sería la forma en que ahí se calcula el costo de este tipo de trabajo. El procedimiento seguido en la encuesta fue imputarle al trabajo familiar el salario vigente en la región. La solución del problema merece, pues, un estudio que está por hacerse.

⁴⁷ Problemas adicionales en la extrapolación de los datos *micro* se refieren a la frecuencia del uso de distintas variedades de semillas en un mismo predio o entre predios; al intercambio existente de semillas entre hogares, y a los procesos concientes de los hogares de selección para mantener la diversidad. Véase S. Brush, J. E. Taylor y M. Bellon, 1992.

en las zonas campesinas o de origen que sugieren el mantenimiento de la biodiversidad en los hogares no nos aseguran que el fenómeno se prolongará indefinidamente, y la tendencia macro observada de que el agro tiende a la homogeneización, al monocultivo y a la comercialización, no aporta la información suficiente para conocer el grado de erosión genética del grano.

Aún con todas estas limitantes, es posible hacer una reflexión general acerca de las perspectivas de la erosión genética del maíz en México.

No obstante los profundos cambios que ha experimentado el agro mexicano, subsisten los predios familiares que cultivan en tierras heterogéneas —muchas de ellas no aptas para el uso de SM— y con escaso acceso a recursos. Es, precisamente en ellos, donde se mantiene la biodiversidad del maíz y son pues, las precarias condiciones en las que producen los campesinos pobres las que explican el mantenimiento de la riqueza genética del grano.

En otros términos, el estudio presentado a lo largo del texto muestra que el uso de SM del maíz en México está frenado por el bajo poder de capitalización del campesinado. En consecuencia, la superación de tales límites a partir de, por ejemplo, la ampliación del mercado de crédito y del mejoramiento de la calidad de las tierras —por medio de inversiones y de obras en irrigación—, acelerarán el proceso de erosión genética del maíz. Otro componente de la modernización que contribuiría a la pérdida de biodiversidad del grano sería el abandono de las tierras por la creación de alternativas de empleo. A lo anterior habría que añadir la posibilidad que abre la reforma ejidal de profundizar los vínculos de los productores maiceros con los mercados y la probabilidad de que sean exitosos los esfuerzos de las instituciones dedicadas a la creación de insumos de alta productividad, por obtener semillas más de acuerdo con las condiciones de producción de los agricultores pobres.

En fin, es muy probable que los procesos de modernización hagan efectivo el riesgo de erosión de la riqueza del maíz prevaliente en México.⁴⁸

⁴⁸ A partir de sus estudios para Chiapas y Asia, Brush *et al.* (1988 y 1992, respectivamente) afirman que la hipótesis sobre la erosión genética a causa de la aplicación de las semillas mejoradas es exagerada. Sin embargo, no insisten en

Como la pobreza rural existente es inaceptable y la pérdida de biodiversidad es un costo muy difícil de recuperar, es necesario y urgente que se tomen medidas para superar la pobreza, y al mismo tiempo, evitar la erosión.

REFLEXIONES FINALES

Las dificultades que enfrenta el estudio general de la sustentabilidad del desarrollo económico los comparten los análisis de los conflictos entre éste y el mantenimiento de la biodiversidad genética de los cultivos, y el más específico sobre la conservación de la diversidad del maíz. Además de que tales estudios, por la misma naturaleza de su objeto de análisis, deben ser interdisciplinarios, requieren de una amplia base de datos y se enfrentan a la enorme incertidumbre que produce el desconocimiento del sinnúmero de factores envueltos, de las interacciones entre los fenómenos globales y los específicos y de los efectos de la ampliación del conocimiento científico y tecnológico. Los problemas se profundizan, sobre todo en el caso de los países en desarrollo, al no tenerse la información necesaria para elaborar diagnósticos precisos, y al ignorarse las consecuencias que sobre la ecología tendrán los profundos procesos de desregulación estatal adoptados a partir de la década pasada.

En la introducción mencionamos que el germoplasma de las semillas es base de la ingeniería genética e insumo fundamental para la obtención de semillas mejoradas, por lo que el grado de biodiversidad en el acervo de semillas define y limita las opciones de los científicos involucrados en estos procesos.

Entonces, el mantenimiento de los recursos genéticos de los cultivos tiene un valor económico derivado de su contribución, como insumos al desarrollo tecnológico de las semillas, para los

que el uso de las autóctonas y criollas se debe a las precarias condiciones en las que producen los campesinos pobres del mundo y no expresan preocupación sobre la posibilidad de que tal práctica desaparezca cuando mejore su situación. Podría entonces ampliarse la conclusión de los autores diciendo que, mientras los campesinos del tercer mundo sigan produciendo en condiciones precarias, se reducirá el peligro de pérdida de la biodiversidad genética.

aumentos futuros en la productividad del agro. Tenemos pues la certeza de que el valor económico del germoplasma es positivo, no obstante lo imperfecto del conocimiento de los recursos genéticos contenidos en el acervo de germoplasma existente y del potencial que tal *stock* tiene en cuanto al cumplimiento de los objetivos específicos de la investigación agrícola en el futuro.

También dijimos que la conservación *ex situ* tiene serias limitaciones y sabemos que la mayor diversidad de las semillas aún se localiza en las zonas de origen, es decir, en ciertas regiones y nichos ecológicos del tercer mundo. Sin embargo, hay elementos para decir que, en tales áreas, la riqueza genética de los cultivos se está reduciendo y bajará aún más con el desarrollo económico.

Es irónico que el éxito de esfuerzos por incorporar las semillas de alto rendimiento sea uno de los causantes de la pérdida irreversible de los recursos genéticos de las semillas en amplias regiones de los países en desarrollo; en particular, en aquellas con la mayor calidad en cuanto al ambiente agro-ecológico. Sería aún más irónico que resultaran exitosos los esfuerzos recientes de las instituciones productoras de semillas híbridas para que los productores de las zonas ecológicamente menos favorecidas adopten sus nuevas generaciones de semillas mejoradas, es decir, más apropiadas a sus condiciones de producción y medio ambiente.

Una estrategia de investigación agrícola y de conservación genética de las semillas deberá entonces tomar en cuenta los conflictos existentes entre el logro, en el corto plazo, de aumentos en la productividad —por medio de la adopción de una nueva tecnología de semillas de alto rendimiento— y la realización, en el largo plazo, del potencial productivo que tendría la investigación agrícola a partir de la preservación *in situ* de los recursos genéticos de las semillas.

En nuestra opinión, una estrategia óptima sería la que combinara la investigación y difusión del uso de semillas mejoradas con políticas que promovieran la conservación *in situ*, en conjunción con los métodos de protección *ex situ* prevalecientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Amemiya, T., "Qualitative Response Model: A Survey", en *Journal of Economic Literature*, 1981, p. 1488.
- Arroyo, Gonzalo (coordinador), *La biotecnología y el problema alimentario en México*, México, Editorial Plaza y Valdéz, 1989.
- Barkin, David, "SAM and seeds", en J. E. Austin, y G. Esteva (eds.), *Food Policy in Mexico*, Ithaca, Cornell University Press, 1987, pp. 111-132.
- Bellon, Mauricio R. y J. Edward Taylor, "Folk Soil Taxonomy and the Partial Adoption of New Seed Varieties", en *Economic Development and Cultural Change*, vol. 41, núm. 4, 1993, pp. 763-786.
- Benz, Bruce F. y Enrique J. Jardel P., "Conservación de teocintles y maíces criollos: perspectivas sobre el futuro del maíz", en *El maíz en la década de los 90*, Ayuntamiento Constitucional de Zapopan, Jalisco, 1990, pp. 115-119.
- Brush, Stephen B., "Reconsidering the Green Revolution: Diversity and Stability in Cradle Areas of Crop Domestication", en *Human Ecology*, vol. 20, núm. 2, junio de 1992, pp. 145-167.
- , Mauricio Bellon Corrales y Ella Schmidt, "Agricultural Development and Maize Diversion in Mexico", en *Human Ecology*, vol. 16, núm. 3, 1988, pp. 307-328.
- , J. Edward Taylor y Mauricio R. Bellon, "Technology Adoption and Biological Diversity in Andean Potatoe Agriculture", en *Journal of Development Economics*, núm. 39, 1992, pp. 365-387.
- Bruschtein, Luis, "Avances sobre problemas alimentarios en México", en *Ciencia y Desarrollo*, año X, núm. 55, marzo-abril de 1984, pp. 77-83.
- CIMMYT, *Hechos y tendencias mundiales relacionadas con el maíz, 1986; aspectos económicos de la producción de semillas de variedades comerciales de maíz en los países en desarrollo*, México, CIMMYT, 1987.
- Clunies-Ross, Tracley y Nicholas Hildyard, "The politics of Industrial Agriculture", en *The Ecologist*, vol. 22, núm. 2, 1992, pp. 65-71.
- Drizo, Rodolfo, "La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?", en *Ciencias*, México, número especial 4, julio de 1990, p. 49.
- Hindmarsh, Richard, "The Flawed 'Sustainable' Promise of Genetic Engineering", en *The Ecologist*, vol. 21, núm. 5, septiembre-octubre de 1991, pp. 196-205.
- International Movement for Ecological Agriculture, "From Global Crisis Towards Ecological Agriculture", en *The Ecologist*, vol. 21, núm. 2, 1990, pp. 107-112.
- Maddala, G. S. *Introduction to Econometrics*, 2a. edición, Nueva York, Maxwell y MacMillan, 1992, cap. 8, pp. 305-354.
- McNeely Jeffrey A., Kenton R. Miller, Walter V. Reid, Russell A. Mittermeier y Timothy B. Werner, *Conserving the World's Biological Diversity*, International Union for Conservation of Nature Resources (IUCN), World

- Resources Institute (WRI), Conservation International (CI), World Wildlife Fund-US (WWF-US) y Banco Mundial, 1990.
- Montañez, Carlos y Horacio Aburto, *Maíz, política institucional y crisis agrícola*, México, Editorial Nueva Imagen, 1979.
- Nielsen, Nigh, "Industrialización de la agricultura: empobrecimiento del campo y destrucción de las cultura rurales", en *Ciencia y Desarrollo*, año IX, núm. 50, mayo-junio de 1983.
- Pimentel, David, M.S. Hunter, J.A. LaGro *et al.*, "Benefits and Risks of Genetic Engineering in Agriculture", en *BioScience*, vol. 39, núm. 9, octubre de 1989, pp. 606-614.
- Rosendal, Kristin. "The Biodiversity Convention: Analyzing the Footwork of Bush in Rio", en *International Challenges*, vol. 12, núm 3, 1992.
- SARH, FIRA y Banrural, "Encuesta nacional de costos, coeficientes técnicos y producción agrícola", México, 1992.
- Swaminathan, Monkombu S., "The Green Revolution in Indian Agriculture from An Environmentally Sound Technology Point of View", en Advanced Technology Assessment System, *Environmentally Sound Technology for Sustainable Development*, Nueva York, Naciones Unidas, 1992, pp. 143-148.
- Turrent Fernández, Antonio, "La fertilización del maíz en México", en *El maíz en la década de los 90*, Ayuntamiento Constitucional de Zapopan, Jalisco, 1990, pp. 91-113.
- Vázquez-Yanes, Carlos, "Ecología y conservación de semillas", en *Ciencias*, Centro de Ecología, UNAM, número especial 4, 1990, pp. 30-33.
- World Resources Institute, *Keeping Options Alive; The Scientific Basis for Conserving Biodiversity*, Nueva York, WRI, 1989, pp. 57-66.
- World Resources Institute, *Global Biodiversity Strategy*, Nueva York, WRI y UNEP, 1992.
- Yúnez-Naude, A., "El comercio exterior agropecuario durante el auge y la crisis", en Carlos Bazdresch P. *et al.* (editores), *México: auge, crisis y ajuste*, vol. III, México, FCE, 1993.

II. LA POLÍTICA AMBIENTAL Y EL CASO DE MÉXICO

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL USO DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS EN LA POLÍTICA AMBIENTAL

JUAN CARLOS BELAUSTEGUIGOITIA RÍUS
Instituto Tecnológico Autónomo de México

La inquietud sobre la inclusión de instrumentos económicos (aquellos que cambian la percepción y el buen manejo social de los recursos naturales) es resultado de los crecientes costos de los programas tradicionales de control y prevención de la contaminación, la complejidad de normar y vigilar a un gran número de agentes económicos y la diversidad de nuevos problemas ambientales. La ponencia pretende contribuir al análisis de la inclusión de instrumentos económicos en la política ambiental. Está dividida en dos partes. En la primera presentaré una reflexión sobre el uso de los instrumentos económicos en la política ambiental. En la segunda mencionaré algunas de las causas por las que, a mi entender, los instrumentos económicos no han sido utilizados en la política ambiental mexicana, así como las condiciones que facilitarían su uso futuro.

INSTRUMENTOS ECONÓMICOS

Las bondades teóricas de los instrumentos económicos para controlar la contaminación fueron demostradas hace más de 70 años por el economista británico Cecil Pigou. Según la teoría económica, el problema de la contaminación surge por la posibilidad de que algunos agentes transfieran a otros, sin que haya compensación de por medio, parte de los costos que sus acciones originan. El agente que contamina, al no cargar con los costos de sus acciones,

no tiene ningún incentivo para cambiar su conducta, y así, reducir los costos sociales que sus acciones provocan.

Hay una gran cantidad de casos que ilustran lo anterior; seleccioné los ejemplos de un productor y un consumidor. Los ejemplos también muestran que el problema de la contaminación no es exclusivo de las economías de mercado, ni se trata de una lucha entre villanos y virtuosos; también apuntan a que el fenómeno de la contaminación es estructural y hace que personas, como cualquiera de nosotros, contaminen, en el curso de sus actividades cotidianas de consumo o producción.

Tomemos a un empresario que produce un bien X. Compra materias primas y emite contaminantes al aire (es decir, usa la atmósfera como tiradero). El empresario tiene que pagar por todas las materias primas que compra en el mercado, cosa que no sucede con los servicios de la atmósfera. En consecuencia, será muy cuidadoso con el uso de los materiales e insumos por los cuales pagó y no tendrá la misma actitud respecto del aire, el insumo por el cual no pagó. Esto será especialmente cierto si la contaminación que genera se va a otro lugar.

El consumidor también puede ocasionar problemas ambientales. Cualquier persona que use automóvil considera los costos que ello tiene, entre los cuales nunca está la contaminación que ella misma ocasiona. Si la gasolina es cara el individuo cuida su uso, tal y como lo hace con las refacciones, porque ambas le cuestan. Si esto no sucede, como en el caso de la contaminación, al consumidor no le importa ir dejando una estela de gases, pues no sufre las consecuencias de su acción. En esta situación el individuo no "internaliza" el costo social que por usar el automóvil está provocando. En consecuencia, en las economías de mercado el coche se usa más de lo que sería socialmente deseable.

Con lo anterior quiero subrayar dos ideas. Primero, que desde el punto de vista económico, el problema esencial de la contaminación son los costos transferidos de los individuos a la sociedad. Segundo, que el problema de la contaminación en las economías de mercado no se trata de un problema de buenos contra malos; tampoco se trata de un problema causado por empresarios ambiciosos, autoridades incompetentes ni consumidores irracionales e inconscientes. La misma estructura de los

sistemas de mercado, ofrece señales que traen consigo un uso ineficiente de los recursos.

Entendido y aceptado este principio, la solución del problema parece evidente, por lo menos desde el punto de vista de los economistas: que los agentes económicos cubran todos los costos sociales que sus acciones originan. En esta idea está basado el principio de que “el que contamina paga”. Al respecto, deseo citar de una publicación de la OCDE lo siguiente: “El tener los precios adecuados, esto es, que incorporen todos los costos sociales, es seguramente el factor más importante en la búsqueda del desarrollo sostenible. Los precios de las materias primas y productos deben reflejar apropiadamente su costo social y además, se debe poder asignar precios al uso del agua, el aire y el suelo, que en la actualidad son usados sin costo alguno como tiraderos.”

Los instrumentos económicos pueden ser definidos de acuerdo con lo anterior, como aquellos que influyen en los costos y los beneficios privados de los agentes que toman decisiones que afectan el medio ambiente. El objetivo de aquéllos es incidir en la conducta, cambiándola de tal manera que sea más favorable hacia el ambiente. Una ventaja de este tipo de instrumentos es que no requieren de un cambio en la mentalidad de las personas. Estoy convencido de la necesidad de luchar para que esto se aplique. Sin embargo, el cambio no se dará en el corto plazo y la solución a algunos problemas de contaminación no puede esperar.

Algunos ejemplos de instrumentos económicos son:

Cargos por emisión. Si al productor del que hablamos anteriormente se le cobrara por la cantidad y toxicidad de las emisiones que produce. En México, en la actualidad existe un cargo por la descarga de aguas residuales. Dicho cargo es proporcional al volumen y a la toxicidad de las descargas.

Impuestos indirectos. En el caso en el que medir las emisiones sea impráctico, se puede gravar el uso de un bien o insumo asociado a las emisiones. Un ejemplo sería la aplicación de un impuesto a las gasolinas proporcional al daño ambiental que causarían. Mientras más tóxico fuera un combustible mayor sería el impuesto.

Sistemas de depósito-devolución. Con frecuencia, la disposición final que se hace de un bien o insumo crea problemas ambientales,

que podrían evitarse si se hiciera acopio adecuado de los materiales desechados. Los casos de los aceites lubricantes y las llantas ilustran este problema. Para promover la disposición final adecuada, podría exigirse un depósito al momento de adquirir el bien. El depósito sólo se devolvería si el material usado se entregara en centros autorizados. Al igual que se hace con los envases de refrescos, podría exigirse un depósito en la adquisición de llantas. El depósito se devolvería cuando se entregara la llanta usada en centros autorizados.

La economía ambiental nació cuando, en los años sesenta, los problemas de la contaminación ocuparon lugares importantes en la agenda política. La principal actividad de investigación de los economistas ambientales fue la de sugerir instrumentos que internalizaran los costos sociales. Simultáneamente, probaron en forma teórica las ventajas; principalmente la eficiencia que dichos instrumentos poseían en relación con los tradicionales. Además, los instrumentos tradicionales conocidos como de "comando y control", incluyen regulaciones directas como imponer el uso de tecnologías o fijar niveles máximos de contaminación.

¿Por qué debe hacerse mayor uso de los instrumentos económicos?

Dado que una preocupación fundamental de la teoría económica es el logro de la eficiencia en el uso de los recursos, no es de sorprender que, según los economistas, la principal virtud de los instrumentos económicos sea la eficiencia. No obstante, la eficiencia, como la definieron los primeros economistas ambientales (igualación de los costos y beneficios incrementales de abatimiento de la contaminación) es prácticamente imposible de alcanzar en el mundo real. Sin embargo, los instrumentos económicos alcanzan con frecuencia una meta menos ambiciosa pero también muy importante, la de costo-efectividad. Un instrumento es costo-efectivo si alcanza una meta fijada previamente al menor costo posible. Los instrumentos económicos son costo-efectivos porque permiten que los agentes escojan las formas que más les convengan para hacer frente al nuevo entorno económico y

porque igualan el costo incremental del control de la contaminación entre agentes.

Otra virtud de los instrumentos económicos frente a los tradicionales, es que proveen incentivos dinámicos. Los instrumentos tradicionales se basan en normas que deben cumplirse y, en consecuencia, una vez que los agentes los han adoptado, no tienen incentivos para seguir modificando sus acciones de tal forma que reduzcan los efectos negativos en el ambiente provocados por sus actividades. En contraste, un instrumento económico es un costo que el agente "internaliza" permanentemente, por lo que siempre tiene un incentivo para controlar la contaminación. Esto promueve el desarrollo tecnológico.

¿Si son tan maravillosos los instrumentos económicos, por qué no se han usado?

Al principio de la década de los sesenta, cuando los problemas ambientales aparecieron prominentemente en las agendas de políticas públicas, los economistas estaban confiados en que, debido a la solidez de sus teorías, sus recomendaciones iban a ser muy bien acogidas. Sin embargo, como ya mencioné, esto no sucedió sino hasta finales de la década de los ochenta. Anteriormente, se habían aplicado cargos con fines recaudatorios para financiar medidas o programas ambientales, y no para cambiar la conducta de los agentes económicos.

¿Por qué fue así y cuáles son las razones que explican el cambio? Los instrumentos económicos han pasado a formar parte de la política ambiental de algunos países debido a que fue sólo en fechas recientes que los economistas se preocuparon por cubrir un terreno más amplio del que tradicionalmente habían tratado sus estudios. Muchos años tuvieron que transcurrir para que los economistas pasaran de conceptos generales al diseño de mecanismos efectivos y prácticos que incorporan consideraciones y restricciones tecnológicas, institucionales y políticas del mundo real. Este fue el paso que debieron dar las propuestas de instrumentos económicos para ser tomadas en cuenta en el diseño y puesta en práctica de política ambiental.

Desde mediados de los ochenta, los economistas incluyeron otras dimensiones (además de la eficiencia) en la evaluación de los instrumentos de política ambiental. Dentro de ellas destacan el costo-eficiencia, la flexibilidad de los instrumentos propuestos, las cuestiones relacionadas a la equidad (aspecto muy importante para países como México), los requerimientos de información y la aceptación política.

¿Por qué en México se ha preferido el control directo a los incentivos de mercado?

La regulación ambiental en México está basada, casi en su totalidad, en el control directo y tiene un alto nivel de detalle. Prueba de ello es que existen normas técnicas ecológicas definidas hasta por giros industriales. Esto obedece a varias razones, a saber:

- Los reguladores aprecian tener mayor control sobre el resultado final. Desean ver que cierta fábrica instale determinados equipos y que las emisiones se reduzcan en una cantidad predecible. Los incentivos económicos implican esperar la reacción de los agentes, que a lo más puede ser modelada.
- Los regulados piensan que tienen más poder de negociación si la regulación se adapta a sus condiciones específicas.
- Gran parte de la regulación ambiental en México ha respondido a presiones políticas, muchas veces circunscritas a una localidad y a un grupo afectado. En esos casos, al desearse un resultado inmediato, se utilizan las únicas herramientas disponibles (normas, permisos, etc.), las cuales muchas veces, por definición, son válidas a nivel nacional.
- Los grupos ambientalistas y las personas que demandan mayor calidad del medio ambiente no están familiarizados con el funcionamiento de los instrumentos económicos.
- No existe un marco regulatorio adecuado para incorporar los sistemas de incentivos económicos. Es posible utilizar algunos ya existentes, como las leyes fiscales, pero pueden no tener la precisión geográfica necesaria ni todos los elementos bajo control.

- Se piensa que utilizar los precios como instrumentos de control tiene efectos distributivos regresivos.
- Se piensa que los incentivos económicos, sobre todo cuando se incorpora el principio de “el que contamina paga”, son inflacionarios.
- Con frecuencia las medidas de control directo buscan crear infraestructura para el tratamiento y prevención de la contaminación. Como hemos visto anteriormente, no está claro que siempre la infraestructura que promueven este tipo de medidas sea la forma más costo-efectiva de resolver los problemas. Sin embargo, cuando se parte de una situación en la cual no existe infraestructura de control, es muy probable que si los instrumentos de control directo están bien diseñados, éstos promuevan la creación de la infraestructura necesaria.

¿Puede esperarse un cambio?

A continuación se enlistan algunas variables que facilitarían la inclusión de los instrumentos económicos en los programas de control y prevención de la contaminación.

Costos marginales crecientes y diferentes entre empresas

Mientras más contaminación se abate, más caro es controlar unidades adicionales. Por ejemplo, controlar el primer 80% de emisiones de algún proceso puede ser tan caro como controlar el siguiente 10%. Además, entre empresas estos costos pueden ser diferentes porque el tamaño o la edad de la planta sea diferente. Al aumentar los costos rápidamente, se debe estar seguro que cada esfuerzo adicional de control se realice al menor costo social. En la medida en que los costos marginales entre empresas sean diferentes, los instrumentos económicos pueden alcanzar la misma meta pero a un costo menor, porque el abatimiento de la contaminación es llevado a cabo por las empresas a las que implica menores costos.

Capacidad creciente de medir

Una condición necesaria para poder aplicar los instrumentos económicos es que las emisiones contaminantes se puedan medir. La capacidad de medir emisiones ha sido ampliada significativamente gracias a avances tecnológicos. Por ejemplo hasta hace muy poco tiempo no se podían cuantificar las emisiones de fuentes móviles consistentemente y de forma práctica. Estas restricciones hicieron que los economistas vieran el precio de la gasolina como un instrumento alternativo a los cargos por emisión. En la actualidad, se están diseñando formas más finas y prácticas de medir consistentemente tanto las emisiones como la toxicidad de una gran variedad de actividades, entre ellas la de conducir un automóvil.

No importa la localización del emisor

Otra variable importante que facilita la adopción de instrumentos económicos es cuando para efectos de los daños que causa la contaminación, no importa la localización de los agentes emisores. Es el caso de los problemas globales como el agotamiento de la capa de ozono o el efecto invernadero. Un ejemplo a nivel local es la contaminación atmosférica causada por fuentes móviles. En estos casos los instrumentos económicos son más adecuados simplemente porque si importara la localización tendrían que hacerse cargos a la medida, lo cual necesitaría mucha información y sería administrativamente muy complejo.

Fuente de ingresos

En la medida en que las preocupaciones presupuestales sean importantes, los instrumentos económicos se verán más favorables, ya que se trata de una fuente potencial de recursos.

Cambio en la actitud respecto del mercado

Durante mucho tiempo en México se tuvo un sesgo ideológico en contra del mercado. El mercado es un mecanismo poderoso porque permite, sin grandes costos, coordinar una enorme cantidad

de acciones. Por otra parte, es bien sabido que los sistemas de mercado tienen fallas estructurales que hacen que la asignación de recursos naturales no sea la más deseable desde el punto de vista social. En el caso de los problemas de contaminación, el mercado corregido con políticas adecuadas puede ser un instrumento sumamente útil para mandar señales e incentivos a los agentes. Ir en contra de las decisiones de los agentes económicos, o en otras palabras en contra del mercado, encarece los programas y limita su efectividad.

Credibilidad

Otro aspecto importante en la política ambiental es la credibilidad a largo plazo. Los instrumentos económicos funcionan cuando cambian los beneficios y los costos de los agentes económicos. Sin embargo, si dicho cambio no se percibe como permanente, es muy probable que las decisiones no cambien en la dirección pretendida o por lo menos en la magnitud que se desea.

Un ejemplo sería un aumento en el precio de la gasolina. El efecto será el esperado (la sustitución de autos grandes por aquellos de menor cilindraje, el uso de otros medios de transporte, etc.) si la gente cree que la medida será permanente. Por el contrario, si el público piensa que las medidas no serán permanentes o que los aumentos en el precio de la gasolina van a ser menores a la inflación, la medida no va a tener las repercusiones esperadas. Cuando en la década de los setenta se pensó que el aumento real en el precio de los derivados del petróleo sería permanente, la industria automotriz realizó incrementos muy considerables en la eficiencia en el uso de combustibles.

Preocupación por la transparencia

Siempre que la sociedad tenga que hacer un sacrificio para alcanzar alguna meta es deseable saber la magnitud de los costos y sobre quién recaen. En el caso de las políticas de control directo no siempre es fácil determinar el costo de las medidas y, por lo tanto, su evaluación es compleja. Es importante aclarar que el hecho de que sea difícil identificar y cuantificar los costos, de ninguna

manera quiere decir que éstos no existan. Por otro lado, cuando un programa de control utiliza instrumentos económicos, los costos se identifican más claramente, por lo que su evaluación se facilita. Paradójicamente, la transparencia del costo, que debería ser una virtud, en algunas ocasiones puede ser un obstáculo político.

CONCLUSIONES

Quienes están a cargo de la política ambiental, tanto en México como en otros países, se han dado cuenta de que el uso exclusivo del control directo no resolverá los complejos y numerosos problemas ambientales que enfrentamos en la actualidad. Los economistas también nos hemos dado cuenta de que las ventajas de los instrumentos económicos deben ser presentados en escenarios realistas en cuanto a las condiciones tecnológicas, políticas, económicas, sociales y administrativas.

A medida que avanzamos en la década de los noventa, se le da mayor atención a un conjunto de políticas ambientales que reconocen las fuerzas del mercado no sólo como parte del problema, sino también como parte de la solución. Existe un consenso cada vez más amplio en la comunidad política acerca de la necesidad de incorporar los incentivos económicos dentro del portafolios de estrategias de protección ambiental.

La búsqueda se ha encaminado hacia nuevas estrategias que combinen diversos instrumentos de política ambiental capaces de ser, en conjunto, más efectivos y eficientes. Dado el gran número y complejidad de nuestros problemas ambientales, todos los instrumentos de política ambiental deben ser contemplados y eventualmente incorporados en los programas de prevención y control.

ENERGÍA, EMISIONES Y PRECIOS RELATIVOS

JOSÉ ROMERO
El Colegio de México

INTRODUCCIÓN

La posibilidad de que las emisiones de bióxido de carbono de combustibles fósiles lleven a un calentamiento del planeta a través del efecto invernadero ha surgido como la principal causa de preocupación a nivel mundial. Muchos países, incluyendo México con el TLC están empezando por considerar la aplicación de políticas para reducir las emisiones de bióxido de carbono. También se está discutiendo en el seno de la Intergovernmental Panel on Climate Change, la aplicación de acciones multilaterales conjuntas.

El propósito de este trabajo es analizar el costo-beneficio para México de aplicar un impuesto al uso de combustibles fósiles. En él se simula la situación de largo plazo de la economía mexicana con y sin este impuesto. La tecnología que se utiliza es la de Modelos de Equilibrio General Computable.

El modelo incorpora una descripción detallada de la estructura productiva mexicana. Supone una economía pequeña que toma como dada la tasa de interés y el precio de cada bien comerciable (todos menos la construcción). La tasa de interés doméstica es igual a la tasa de interés mundial más una prima de riesgo. Para cada uno de los bienes comerciables, el precio doméstico es igual al precio mundial más el porcentaje del arancel. De acuerdo con la clasificación del Sistema de Cuentas Nacionales de México, el modelo tiene tres sectores de bienes de capital (maquinaria, edificios y vehículos) y nueve sectores de bienes de consumo e intermedios (véase cuadro 1).

CUADRO 1
Sectores del modelo

<i>Sector</i>	<i>Comer- ciable</i>
1) Agricultura (AGR): agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca.	Sí
2) Minería (MIN): carbón, mineral de hierro, minerales no ferrosos, cantera y otros minerales no metálicos.	Sí
3) Petróleo (PET): extracción de petróleo y gas, refinación y petroquímica básica.	Sí
4) Alimentos (ALI): alimentos procesados, bebidas y tabaco.	Sí
5) Textiles (TEX): textiles, ropa y productos de cuero.	Sí
6) Químicos (QUI): química básica, fertilizantes, resinas, medicamentos, productos de limpieza y otros químicos.	Sí
7) Metales (MET): hierro y acero, metales no ferrosos y productos metálicos.	Sí
8) Maquinaria (MAQ): maquinaria eléctrica y no eléctrica.	Sí
9) Vehículos (VEH): vehículos automotores, partes y otro equipo de transporte.	Sí
10) Construcción (CON): construcción.	No
11) Servicios (SER): electricidad, comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros y otros servicios.	Sí
12) Otros (OTR): productos de madera, papel, hule, productos de minerales no metálicos y otras industrias.	Sí

Clasificación : INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Este modelo tiene varios aspectos que lo hacen particularmente apropiado para un análisis acerca del impacto del establecimiento de un impuesto a los combustibles sobre la economía mexicana. Se han estimado económicamente veinticuatro funciones de costos; dos para cada sector (una para el bien que se produce y otra para el bien de capital que se utiliza). Ya que los diferentes sectores varían de manera importante en sus requerimientos de insumos, un modelo desagregado es esencial para poder capturar las diferencias sectoriales en el impacto de las políticas de control de emisiones.

Un método comúnmente utilizado en los modelos aplicados de equilibrio general ha sido el de calibrar los parámetros del modelo a la información para sólo un año. En vista de las grandes variaciones en los precios relativos que han caracterizado a la economía mexicana a partir de principios de los años setenta, este enfoque es altamente dependiente en el año particular que se haya escogido para la calibración. A diferencia del procedimiento anterior, en nuestro modelo

usamos métodos econométricos que incorporan respuestas de comportamiento a cambios en los precios relativos, basadas en la extensa y variada experiencia histórica de los últimos veinte años. Así pues, la base empírica de nuestro modelo lo diferencia de otros utilizados también para analizar las consecuencias económicas de cambios en la estructura tributaria sobre la economía de México.

Cada una de las doce industrias de las que se compone la economía produce un solo producto usando trabajo, capital y bienes intermedios (entre ellos combustibles fósiles). Los productos de cada una tienen diferentes usos; pueden servir de bienes intermedios en cada industria, pueden satisfacer la demanda de bienes finales, y algunos de ellos pueden combinarse en proporciones variables para producir bienes de capital específicos.

Los agentes productivos buscan maximizar beneficios. La selección de variables son: el trabajo, los bienes intermedios y el nivel de inversión. El trabajo y los bienes intermedios se seleccionan con el fin de minimizar costos, mientras que la inversión se escoge de forma tal que se alcance la intensidad óptima de capital en el largo plazo (maximización de beneficios en el horizonte intertemporal).

En las simulaciones que siguen se supuso que la participación de la mano de obra en cada sector puede incrementarse (disminuir) en un máximo de 30% de su participación actual en los próximos diez años. Este supuesto de movilidad restringida de la mano de obra refleja lo que ha sucedido en México durante los últimos veinte años.

EMISIONES DE BIÓXIDO DE CARBONO

Una de las características más importantes del modelo es la forma en que se calculan las emisiones de bióxido de carbono (CO_2). Primero, suponemos que el CO_2 se emite en proporciones fijas al combustible utilizado. Esto implica que es muy poco lo que se puede hacer para reducir el CO_2 producido por cualquier proceso de combustión. A diferencia de otros contaminantes, el bióxido de carbono es uno de los productos naturales de la combustión y poco puede hacerse para reducir la cantidad producida, al quemarse algún combustible.

Con el fin de comparar nuestros resultados con los de otros estudios, medimos las emisiones de CO₂ en toneladas de carbono (para convertir a toneladas de bióxido de carbono se multiplican los resultados por 3.67).

CÁLCULO DE CONTENIDO DE CARBONO EN EL COMBUSTIBLE FÓSIL

Del Departamento de Energía de Estados Unidos obtuvimos el contenido promedio de calor que se obtiene de cada combustible; este contenido se expresa en millones de BTU (British Thermal Units) por unidad de medida.¹ Después, a partir de datos provenientes de la Environmental Protection Agency (EPA), obtuvimos las cantidades de carbono emitidas por millones de BTU producidos por cada combustible. Luego multiplicamos los datos del EPA por el contenido calorífico y obtenemos el contenido de carbono de cada unidad de cada tipo de combustible. Finalmente, el total de emisiones de carbono puede ser calculado multiplicando el dato anterior por la producción total de petróleo y gas.

El cuadro 2 muestra los contenidos de calor y carbono de cada combustible para 1990.

CUADRO 2
Datos de emisiones de carbono para 1990

	<i>Petróleo</i> (barriles)	<i>Gas</i> (miles de pies cúbicos)
Unidad de medida (miles de pies cúbicos)	5.80	1.03
Tasa de emisiones de carbono (Kg por 10 ⁶ BTU)	21.40	14.50
(Kg por unidad)	124.10	14.90
Producción mexicana (10 ⁶ de unidades)	930.00	1 332.98
Emisiones totales de carbono (10 ⁶ toneladas)	115.41	19.86

¹ Department of Energy, 1990.

Por último, para convertir las cifras anteriores a una forma manejable por el modelo, primero se sumó la cantidad total emitida por combustibles fósiles y después se dividió esta cantidad entre la producción total del sector PET (extracción de petróleo y gas, refinación y petroquímica básica). Con esto obtuvimos el coeficiente de carbono por unidad de uso del producto de este sector.

UTILIZACIÓN DE PETRÓLEO Y GAS POR PARTE DE LOS PRODUCTORES

Las cifras en el cuadro 3 presentan los porcentajes de gastos en petróleo dentro del total de gastos en insumos por sector.

CUADRO 3
Contenido de petróleo en el total de insumos en 1990

Sector	Agr	Min	Pet	Ali	Tex	Qui	Met	Maq	Veh	Con	Ser	Otr
Porcentaje	3.2	71.59	72.63	0.44	0.41	27.15	0.6	0.42	0.20	1.87	6.52	1.99

PARTICIPACIÓN DE CADA UNO DE LOS DOCE SECTORES EN EL CONSUMO PRIVADO

Las cifras en el cuadro 4 presentan la participación de cada uno de los doce sectores dentro del consumo total (la suma de esos porcentajes es igual a cien).

CUADRO 4
Composición del consumo privado

Sector	Agr	Min	Pet	Ali	Tex	Qui	Met	Maq	Veh	Con	Ser	Otr
Porcentaje	7.3	0.0	1.5	20.8	6.1	2.7	0.6	0.0	1.3	0.0	54.5	5.2

IMPACTO DE LA REGULACIÓN AMBIENTAL

Nuestro objetivo final es determinar el impacto de la regulación ambiental proyectando el crecimiento de la economía mexicana sin y con regulación. En caso de referencia no existen controles

ambientales y se modela el crecimiento económico en la ausencia de regulación. El caso alternativo es aquel en el que se introduce un impuesto de 20% al consumo de combustibles fósiles.

De un escenario a otro las emisiones totales de carbono se reducen en 13%. Véase cuadro 5.

CUADRO 5
Emisiones totales de carbono derivadas de la producción
(millones de toneladas)

	<i>Sin impuesto</i>	<i>Con impuesto</i>	<i>Cambio %</i>
Emisiones	40.3	35.0	-13.0

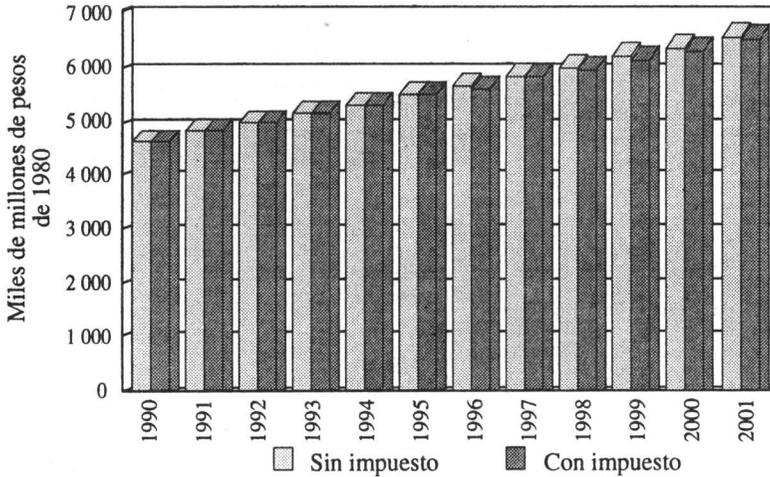
El efecto sobre el índice de precios al consumidor es mínimo, pues este se eleva 0.3 por ciento.

En el cuadro 6 y gráfica 1 presentamos la evolución de la producción nacional por medio del producto interno bruto bajo los dos escenarios (sin y con impuesto). Al comparar las cifras del PIB bajo los dos escenarios a través del tiempo, encontramos que los efectos del impuesto sobre la producción nacional son modestos. Así, para el año 2001 el impuesto al carbono causa que el PIB sea sólo 0.6% menor al que hubiera sido si no hubiera existido este impuesto.

CUADRO 6
PIB sin y con impuesto al carbono
(miles de millones de pesos de 1980)

<i>Año</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	$(B-A)/A$
	<i>Sin impuesto</i>	<i>Con impuesto</i>	<i>%</i>
1990	4 736.4	4 736.4	0.00
1991	4 887.4	4 884.8	-0.05
1992	5 043.3	5 037.9	-0.11
1993	5 204.1	5 195.7	-0.16
1994	5 370.1	5 358.5	-0.21
1995	5 541.3	5 526.5	-0.27
1996	5 718.0	5 699.6	-0.32
1997	5 900.3	5 878.2	-0.37
1998	6 088.5	6 062.4	-0.43
1999	6 282.6	6 252.4	-0.48
2000	6 483.0	6 448.3	-0.54
2001	6 689.7	6 650.4	-0.59

GRÁFICA I
Crecimiento de la economía mexicana



Las consecuencias a largo plazo de la política para el control de emisiones en las diferentes industrias se presentan en el cuadro 7. Los sectores que se ven más afectados por esta política son: petróleo, minería, construcción, químicos y otras.

La demanda de largo plazo de petróleo de cada actividad se reduce considerablemente como consecuencia del impuesto en 13% (véase cuadro 8).

El total del acervo de capital de largo plazo se reduce en casi 1% aunque en sectores como el de vehículos de motor, metales y agricultura el acervo de capital se incrementa (véase cuadro 9).

El precio de los bienes de capital, que refleja los precios de los servicios de capital, aumenta ligeramente. La tasa de retorno al capital en general se eleva y los salarios muestran una tendencia a la baja (véanse cuadros 10 y 11).

CUADRO 7
Valor bruto de la producción en el estado estable (año 2001)
(miles de millones de pesos de 1980)

<i>Sector</i>	<i>A</i> <i>Sin impuesto</i>	<i>B</i> <i>Con impuesto</i>	<i>(B-A)/A</i> <i>%</i>
Agricultura	503.2	506.3	0.62
Minería	97.0	95.5	-1.58
Petróleo	544.0	448.5	-17.56
Alimentos	1 398.1	1 389.9	-0.58
Textiles	211.3	211.1	-0.12
Químicos	398.9	393.2	-1.42
Metales	340.3	341.1	0.23
Maquinaria	250.4	249.8	-0.27
Vehículos	328.8	357.0	8.60
Construcción	812.2	800.1	-1.49
Servicios	5 177.9	5 193.4	0.30
Otros	665.5	662.8	-0.41

CUADRO 8
Valor de la demanda de petróleo en el estado estable (2001)
(miles de millones de pesos de 1980)

<i>Sector</i>	<i>A</i> <i>Sin impuesto</i>	<i>B</i> <i>Con impuesto</i>	<i>(B-A)/A</i> <i>%</i>
Agricultura	4.7	4.0	-15.39
Minería	0.6	0.5	-19.56
Petróleo	7.5	7.4	-1.61
Alimentos	4.2	3.5	-17.19
Textiles	0.5	0.4	-16.63
Químicos	60.8	53.9	-11.32
Metales	1.2	1.0	-16.47
Maquinaria	0.5	0.4	-16.87
Vehículos	0.4	0.4	-6.02
Construcción	7.7	6.3	-17.60
Servicios	67.4	57.5	-14.62
Otros	6.7	5.5	-16.74
Total	162.2	140.9	-13.12

CUADRO 9
Valor del acervo de capital en el estado estable (2001)
(decenas de miles de millones de pesos de 1980)

<i>Sector</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	$(B-A)/A$
	<i>Sin impuesto</i>	<i>Con impuesto</i>	<i>%</i>
Agricultura	336.0	338.1	0.62
Minería	86.8	86.8	-0.04
Petróleo	2 304.7	2 278.4	-1.14
Alimentos	334.8	333.2	-0.49
Textiles	34.3	34.3	-0.12
Químicos	421.1	388.4	-7.77
Metales	224.5	225.5	0.44
Maquinaria	113.7	113.3	-0.37
Vehículos	117.2	119.3	1.78
Construcción	65.0	64.3	-1.08
Servicios	2 321.4	2 319.9	-0.06
Otros	283.0	281.3	-0.59
Total	6 642.5	6 582.7	-0.90

CUADRO 10
Retorno al capital en el estado estable (2001)
(cientos de miles de pesos corrientes por cada cien millones de unidades de capital)

<i>Sector</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	$(B-A)/A$
	<i>Sin impuesto</i>	<i>Con impuesto</i>	<i>%</i>
Agricultura	84.6	84.8	0.17
Minería	48.1	43.6	-9.36
Petróleo	9.6	9.7	0.31
Alimentos	96.4	96.6	0.16
Textiles	154.8	155.0	0.09
Químicos	26.3	26.3	0.13
Metales	36.7	36.8	0.18
Maquinaria	66.8	66.9	0.15
Vehículos	54.1	59.9	10.69
Construcción	219.2	219.4	0.07
Servicios	109.0	109.3	0.24
Otros	72.1	72.2	0.13

CUADRO 11
Salarios en el estado estable (2001)
(millones de pesos corrientes)

<i>Sector</i>	<i>A</i> <i>Sin impuesto</i>	<i>B</i> <i>Con impuesto</i>	<i>(B-A)/A</i> <i>%</i>
Agricultura	1.4	1.4	-1.77
Minería	6.7	8.2	23.56
Petróleo	35.6	35.2	-1.03
Alimentos	11.4	11.3	-1.02
Textiles	9.9	9.9	-0.38
Químicos	16.0	13.1	-17.97
Metales	15.1	15.0	-0.75
Maquinaria	16.2	16.1	-0.37
Vehículos	16.2	13.9	-14.27
Construcción	11.6	11.7	0.94
Servicios	9.8	9.7	-1.14
Otros	13.3	13.1	-1.16

CONCLUSIONES

Podemos resumir el impacto de la regulación ambiental analizando los efectos sobre el PIB y la reducción de emisiones. Éstas se reducen como resultado de aplicar un impuesto de 20% al uso de combustibles fósiles en 13% (véase cuadro 5) y el PIB se reduce en sólo 0.6% (véase cuadro 6).

Otros estudios han intentado medir los efectos del control de la contaminación sobre la productividad y el crecimiento económico.² Estos autores han encontrado resultados similares a los nuestros, es decir costos bajos en términos de sacrificio de producto al aplicar estos impuestos. Por ejemplo Denison (1985) encuentra que la tasa de crecimiento para la economía de Estados Unidos se reduce en sólo 0.07% durante el periodo 1973-1982, debido a controles ambientales.

² Una reseña detallada de estos estudios para el caso de Estados Unidos puede encontrarse en Christensen y Tietenberg (1985).

BIBLIOGRAFÍA

- Christensen, G. B. y T.H. Tietenberg, "Distributional and Macroeconomic Aspects of Environmental Policy", en A. V. Kneese y J. L. Sweeney (eds.), *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, vol. 1, Amsterdam, 1985, pp. 345-394..
- Denison, E. F., *Trends in American Economic Growth, 1929-1982*, Washington, The Brookings Institution, 1985.
- Department of Energy, *Annual Energy Review 1990*, Washington, Energy Information Administration, 1990.
- Environmental Protection Agency, *The Potential Effects of Global Climate Change in the United States*, Draft Report to Congress, octubre.
- Hogan, W. W. y D. W. Jorgenson, "Productivity Trends and the Costs of Reducing Carbon Dioxide Emissions", en *Energy Journal*, vol. 11, núm. 2, abril de 1990.
- Whalley, John y Randall Wigle, "Cutting CO2 Emissions: The Effects of Alternative Policy Approaches", en *The Energy Journal*, 1990.
- Wilcoxon, P. J., "The Effects of Environmental Regulation and Energy Prices on U.S. Economic Performance", tesis de doctorado, Harvard University, 1988.

LA POLÍTICA DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO DURANTE EL GOBIERNO DE CARLOS SALINAS DE GORTARI

FRANCISCO GIL VILLEGAS M.
El Colegio de México

Del 3 al 14 de junio de 1992 se celebró en Río de Janeiro, Brasil, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, también conocida como "Cumbre de la Tierra", la cual reunió a más de cien jefes de Estado y a voceros de más de 170 países con el objetivo de plantear los problemas más graves del deterioro ambiental del planeta y buscar soluciones para preservar la vida en el mismo. En la Conferencia, las naciones industrializadas y los países en vías de desarrollo tendieron a reprocharse mutuamente el no responsabilizarse ni de la creciente y agravante generación de los problemas ambientales, ni de asumir los costos para su solución. Muchas delegaciones de la reunión criticaron a Estados Unidos por lo que llamaron su abdicación de liderazgo en la solución a los problemas ambientales, lo cual no sería más que un reflejo de un conflicto latente mucho más amplio, constituido por las diferentes perspectivas de un Occidente desarrollado que prefirió poner el énfasis en los problemas globales del deterioro ambiental, frente a la preocupación fundamental de los países en desarrollo sobre cómo cuidar el medio ambiente sin descuidar las urgentes necesidades del crecimiento y el desarrollo económico.

El 12 de junio, durante su participación, el presidente de México, Carlos Salinas de Gortari, defendió una posición de conciliación integradora al proponer ampliar la noción del desarrollo sustentable con la visión conceptual de un desarrollo global. El presidente Salinas instó así, a evitar que en el camino de la protección ecológica lo único sustentable sea el subdesarrollo o la pauperización. Tan necesario es desechar el desarrollo contami-

nante, dijo, como el ecologismo estéril. Con lo que la propuesta mexicana quedó encarnada en un llamado a ampliar el apoyo internacional al crecimiento ecológicamente responsable de los países en desarrollo, puesto que desarrollo y protección del medio ambiente no son excluyentes ni antagónicos, sino más bien complementarios, siempre y cuando se promueva la tecnología que permita la armonía entre un mayor crecimiento económico y una adecuada protección ambiental.¹

La propuesta mexicana es clara y atractiva en el plano declarativo, pero presenta, evidentemente, muchas dificultades cuando se plantea la forma concreta de ponerla en práctica, sobre todo en países como México donde los desafíos ambientales son complejos y de muy diversa naturaleza. Así, resulta útil distinguir entre dos tipos de deterioro ambiental: el asociado con el crecimiento económico acelerado caracterizado por el llamado proceso de los “efluentes de la afluencia”, y el asociado no tanto con el crecimiento, sino con la contaminación generada por la pobreza. En México coexisten áreas de gran desarrollo económico con áreas pobres; sectores opulentos rodeados de cinturones de miseria donde los patrones de consumo en los dos ámbitos afectan de diversa manera el medio ambiente. El crecimiento económico y el desarrollo de industrias extractivas, tales como el petróleo, generan fuertes presiones y tensiones sobre el ambiente, tanto por los flujos de desperdicio asociados con altos niveles de producción y consumo, como por los residuos creados por los hábitos y patrones de consumo de sectores y regiones pobres del país. Los altos niveles de actividad económica implican también altas tasas de extracción de recursos naturales como el petróleo, bosques, pesca y agricultura. La actividad extractiva origina una presión directa sobre el ambiente, por ejemplo por medio de las deforestaciones y los derrames y explosiones de petróleo y gases, así como por la destrucción de ecosistemas, tal y como ocurrió en Tabasco durante el periodo gubernamental de José López Portillo (1976-1982).

¹ *El Nacional*, 20 de agosto de 1992, p. 6.

EXTERNALIDADES ECONÓMICAS EN LA POLÍTICA AMBIENTAL
DE LA FRONTERA MÉXICO-ESTADOS UNIDOS

En términos más generales, el problema de los “efluentes de la afluencia” expresa lo que los economistas han denominado una “falla del mercado”. Así, el análisis económico ha encontrado que las externalidades ambientales, o los costos externos, son una causa fundamental de la degradación ambiental.² Las actividades económicas de un agente, ya sea productor o consumidor, imponen costos o beneficios a otros, que no son pagados por los que los imponen o reciben, pero sin que exista un mecanismo de mercado para internalizar estos costos. Probablemente sea en la frontera de México con Estados Unidos donde más claramente se puede ejemplificar este problema.

En los últimos veinte años tal zona fronteriza ha registrado una tasa de crecimiento poblacional de 3.4%, cifra superior a la media anual nacional, que es de 2.6. En forma simultánea han crecido los problemas de contaminación ambiental que afectan principalmente a los habitantes de las doce ciudades medias de la región, contiguas a localidades del otro lado de la frontera, con cuyos vecinos se comparten el aire y el agua, y por ende, igual problemática ambiental. Los flujos de contaminación son, por otro lado, bilaterales, pues el problema tradicional de la salinidad del Río Colorado ha sido un factor de contaminación que ha venido de Estados Unidos a México, así como también lo fue el alarmante problema, denunciado en varios medios a principios de 1992, de cómo se estaba usando de basurero para desechos radioactivos de industrias estadounidenses, una franja del territorio mexicano cercana a Tijuana, Baja California. Estos problemas han requerido inevitablemente instrumentos políticos de control de la contaminación ambiental que rebasan a los instrumentos de intento de solución económica al problema, tales como pueden ser los impuestos, los subsidios e incluso el establecimiento de un mercado de permisos de emisión.

² P.A. Samuelson y William D. Nordhaus, *Economía*, 13a. edición, México, McGraw-Hill, 1992, pp. 893-895.

Así, en 1990, los presidentes de México y Estados Unidos pusieron en marcha el Plan Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) con el que se busca abatir la contaminación de la zona, con base en cinco líneas generales de acción: suelo, alcantarillado y plantas de tratamiento de agua, vialidad, transporte público y residuos sólidos, sin que esto implique que el plan sea un mero listado de obras públicas, sino más bien un conjunto de estrategias de trabajo entre ambos países, donde se marcan las condiciones de cooperación bilateral, los propósitos y prioridades, así como los criterios para evaluar y supervisar su cumplimiento.³

Una de las conclusiones más relevantes de las reuniones bilaterales de supervisión organizadas por la Secretaría de Desarrollo Social de México y la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, fue detectar que buena parte de las causas del deterioro ambiental en la zona fronteriza tiene su origen en la problemática del desarrollo urbano, agravada por el establecimiento de maquiladoras y la migración, pues ambos factores contribuyen a la formación desordenada de asentamientos humanos con grandes carencias de infraestructura, equipamiento, vivienda y servicios urbanos. En este sentido, Luis Ignacio Blancas, funcionario de la Sedesol, considera que esa crisis urbana es un factor fundamental en la contaminación que se registra en la franja urbana.⁴

INSTRUMENTOS POLÍTICOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Si se acepta la correlación entre el desarrollo urbano y la contaminación ambiental, entonces, indudablemente la efectividad de los instrumentos políticos de control de la contaminación ambiental se verán reflejados de la mejor forma posible en la problemática ambiental de la ciudad de México. En esta zona metropolitana se

³ Véase "Programa Integral Ambiental Fronterizo" en *Gaceta de Solidaridad*, núm. 58, 31 de agosto de 1992, p. 26.

⁴ *Loc. cit.*

encuentran localizadas 35 mil industrias que generan 27% del PIB y 1 500 (4.2%) de esas industrias son altamente contaminantes. Diariamente se consumen 30 millones de litros de combustibles, de los cuales la industria consume una tercera parte (9 millones de litros), emitiendo 8.4% de los contaminantes totales en la ciudad, 78% de bióxido de azufre, 24 de óxido de nitrógeno, 65 de partículas de suspensión total y 12.6 de compuestos orgánicos volátiles. Agréguese a esto un alto parque vehicular de aproximadamente 2.5 millones, múltiples rutas y anarquía de paraderos de “combis” y microbuses, así como un transporte suburbano insuficiente y obsoleto; y la faena de Hércules para limpiar los establos de Augías en un solo día se antoja facilísima frente a la misión imposible de limitar la contaminación ambiental de la ciudad de México en tan sólo un sexenio. No obstante, durante los cuatro primeros años del gobierno de Salinas de Gortari se ha tenido la voluntad política para llevar a cabo las siguientes medidas de control de la contaminación ambiental en la zona metropolitana:

1. Se han mejorado las gasolinas, reduciendo los contenidos de plomo e introduciendo la nueva gasolina “Magna sin”, la cual genera menor contaminación.
2. Se ha procedido a la verificación de emisiones contaminantes de automotores y se ha restringido la circulación de automotores en la zona conurbana con el programa de “un día sin auto” y de transporte de carga nocturna.
3. Se han mejorado algunas vialidades y accesos a la ciudad de México al tiempo que se han ampliado las líneas del Sistema de Transporte Colectivo “Metro”.
4. Se ha procedido a una modernización de motores “ecológicos” de la Ruta 100.
5. Se ha procedido a reforestar espacios verdes naturales de la ciudad, como Xochimilco, y se han creado nuevas áreas verdes.
6. Se han diseñado planes de contingencia ambiental y se ha procedido a la supervisión de empresas altamente contaminantes.
7. El 18 de marzo de 1991 se cerró la refinería de Pemex “18 de Marzo” en la delegación Azcapotzalco.
8. Se ha generado una mayor conciencia ecológica hacia todos los sectores y edades de la población del país.

EL CIERRE DE LA REFINERÍA DE AZCAPOTZALCO

No es posible analizar, en el espacio de este artículo, el significado e importancia de cada uno de estos instrumentos de control de la contaminación ambiental en la ciudad de México, pero sí podemos elegir por lo menos uno de ellos para evaluar sus implicaciones políticas. Tomemos el caso de la clausura de la refinería de Azcapotzalco. Ésta cumplió durante décadas la función de proveer los combustibles vitales para la ciudad de México en una época de industrialización basada en el modelo de la sustitución de importaciones. Sin embargo, después de la explosión de noviembre de 1984 en San Juan Ixhuatepec, los habitantes de múltiples colonias que cercaron la refinería, así como todo el personal de la UAM Azcapotzalco, tuvieron que vivir en un cotidiano estado de alerta. Las periódicas explosiones de gases y vapores dentro del drenaje, los vuelos a través de la colonia Clavería, de lozas de concreto y acero que sellaban las lumbreras de avenida de las Granjas, y las densas columnas de humo que se elevaban ante todos, no podían ser precisamente tranquilizadoras o propiciatorias para la meditación trascendental en los seminarios de la UAM. Los estudios de Pemex encontraron también que 7.2% del bióxido de azufre de la ciudad de México se generaba en la refinería. Así que la decisión de cerrarla en el mes de marzo de 1991, pese al descontento que generaría tal medida, no sólo entre los trabajadores de la refinería, sino también entre otros grupos obreros e incluso entre toda la izquierda del país en general, estaba técnicamente bien fundamentada en términos de evitar mayor deterioro ambiental en toda la zona metropolitana. Lo más importante era que además de disminuir la emisión de sustancias tóxicas en la ciudad de México, el cierre de la refinería trajo consigo importantes ventajas ambientales y urbanas colaterales.⁵

Por ejemplo, el enorme volumen de agua potable que consumía la refinería pudo ser re canalizado para ser aprovechado por las colonias vecinas de Azcapotzalco. También se eliminaron los

⁵ Gabriel Quadri de la Torre, "Refinería de Azcapotzalco: sí se puede", en *Examen*, núm. 26, julio de 1991, p. 40.

riesgos de contaminación de aguas y suelos que generaban en ese lugar las instalaciones de Pemex, así como los riesgos de explosiones y emanaciones de gases y vapores tóxicos. Siempre es mejor prevenir que remediar, pero en el caso de la contaminación ambiental, la prevención es por lo general la única opción que existe. Si consideramos que sólo un año después del cierre de la refinería de Azcapotzalco, explotó una parte importante de la ciudad de Guadalajara, en abril de 1992, por no haber prevenido el cierre de algunas instalaciones de Pemex, es posible concluir que de no haberse cerrado la refinería se hubiera mantenido una altísima probabilidad de que una explosión similar hubiera ocurrido también en la ciudad de México. Por último, con un poco de imaginación y mucha inversión, la gran área que ocupaba la refinería puede ser reconvertida en un área verde y de desarrollo urbano en una zona en la que buena falta hacen ese tipo de bienes.

Desde un punto de vista estrictamente político, el cierre de la refinería tuvo un gran éxito al demostrar que cuando se actúa bajo el amparo de una causa de evidente interés público, se puede vencer cualquier inercia burocrática, cualquier interés corporativo, y cualquier tipo de fundamentalismo inmovilista, venga, ya sea de la derecha, o de la izquierda.

Desafortunadamente, no todos los instrumentos políticos de la contaminación ambiental tienen garantizado un éxito como el de la medida de cerrar la refinería 18 de Marzo. El costo de cerrar una industria privada tendría, por ejemplo, un significado político totalmente distinto, y la globalización de los problemas ecológicos tenderá a restringir cada vez más la capacidad de los gobernantes de cada país del mundo para llevar a cabo acciones políticas de este tipo.

En agosto de 1992, el presidente Salinas afirmó en una entrevista concedida a la revista proambiental, *International Wildlife* que: "los mexicanos estamos comprometidos con la protección ambiental en beneficio de nosotros mismos, no por demandas de otros países que nunca se han preocupado por el bienestar de los mexicanos".⁶ Sin embargo, en términos realistas, la protección del

⁶ *El Nacional*, 20 de agosto de 1992, primera plana.

medio ambiente es un problema que no podrá resolverse ya de manera unilateral, dada la tendencia planetaria hacia la globalización que se anuncia en los albores del siglo XXI.

EL PROBLEMA DEL MEDIO AMBIENTE
EN EL CONTEXTO DE UN ORDEN INTERNACIONAL "GLOBALIZADO"

"Globalización", en este contexto, significa un complejo proceso caracterizado tanto por la expansión planetaria de las actividades económicas, industriales, políticas y de comunicación transnacional, como por la intensificación de los niveles de interacción entre los Estados y sociedades que configuran la estructura internacional.

La llamada perspectiva "transformacionalista" de la globalización,⁷ sintetiza en cinco puntos la manera en que tal globalización puede conducir a radicales modificaciones de los límites de la acción de la autonomía estatal tradicional:

1. Con la creciente interconexión global tiende a disminuir el número de instrumentos políticos disponibles a los gobiernos, así como la localización de su efectividad. Tal tendencia se genera, en una primera instancia, por la pérdida de una amplia gama de controles fronterizos que tradicionalmente restringían no sólo las transacciones de bienes, de servicios, de factores de la producción y de transferencia de tecnología, sino incluso del intercambio cultural y de ideas. Como resultado, han disminuido los instrumentos políticos que permitían al Estado controlar diversas actividades dentro y fuera de sus fronteras. Aunque todo esto significa, indudablemente, una disminución en la capacidad autónoma del Estado-nación, no implica necesariamente una pérdida de su sobe-

⁷ Para la perspectiva "transformacionalista" pueden consultarse las siguientes obras: R. Keohane y J. Nye (comps.), *Transnational Relations and World Politics*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1972; E. Morse, *Modernization and the Transformation of International Relations*, Nueva York, The Free Press, 1976; James E. Rosenau, *The Study of Global Interdependence*, Londres, Printer, 1980, y Marvin S. Soroos, *Beyond Sovereignty*, Nueva York, Columbia University Press, 1986.

ranía, si se entiende a ésta en términos normativos, y permite, por otra parte, que surjan nuevos instrumentos de control de carácter global, como es el caso del Plan Integral Ambiental Fronterizo.

2. Los Estados nacionales pueden sufrir limitaciones adicionales en sus opciones de políticas públicas, como consecuencia de la expansión de interacciones y fuerzas transnacionales que reducen y restringen la influencia de sus gobiernos sobre las actividades de sus ciudadanos.

3. En el contexto de un orden globalizado, no se pueden llevar a cabo muchas de las funciones tradicionales de la responsabilidad y actividad estatales (defensa, política ambiental, comunicaciones y administración), sin recurrir a diversas formas de cooperación con otros Estados y otros actores no estatales del ámbito internacional.

4. El resultado de todo esto se ha expresado en un vasto crecimiento de organizaciones, acuerdos comerciales e instituciones que han sentado las bases de un nuevo orden internacional cuya globalización implica, entre otras cosas, procesos de toma de decisiones multiburocráticas, nuevas formas de integración entre los Estados, y políticas impulsadas por agencias, empresas y fuerzas transnacionales. Todo lo cual genera, a su vez, un contexto en el cual se vuelve imperiosa la redefinición de las funciones y capacidades de los Estados.

5. Por último, el problema de las externalidades económicas en la contaminación internacional de un orden globalizado, replantea la forma en que puedan establecerse mecanismos de control para la política ambiental de un Estado. En el caso de las relaciones de México con Estados Unidos, los acuerdos bilaterales para reducir los niveles de contaminación en su franja fronteriza, son un primer paso en esa dirección. La condición establecida por el gobierno de William Clinton a la ratificación del Tratado de Libre Comercio, firmado por los gobiernos de George Bush y Carlos Salinas de Gortari, en el sentido de que ese tratado debe complementarse con acuerdos paralelos referidos a problemas ambientales y laborales, podría verse en principio, con beneplácito desde el punto de vista de los intereses ecologistas, pero también ha generado muchas reservas. Veamos cuáles son las razones para ello.

ANTECEDENTES DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DEL GOBIERNO DE CARLOS
SALINAS DE GORTARI Y SU DESEMBOCADURA LÓGICA EN
LOS ACUERDOS PARALELOS DEL TRATADO DE LIBRE COMERCIO

Durante 1992 el gobierno de Salinas de Gortari redobló esfuerzos para convencer, tanto al gobierno estadounidense como a los grupos ecologistas en ese país, de que el problema de la protección al medio ambiente se estaba tomando en cuenta seriamente y adquiriría un lugar prioritario en la agenda de la política mexicana. Así, al recibir el premio de la Dirigencia Mundial en la Conservación del Medio Ambiente, el presidente Salinas puso un notable énfasis en la consideración de cómo, para limpiar el aire de la ciudad de México, se invertían en 1991 más de 4 000 millones de dólares, al mismo tiempo que el gobierno federal destinaba 300 000 millones de pesos a combatir la contaminación en la frontera con Estados Unidos.⁸

La política de protección al medio ambiente durante el gobierno de Salinas de Gortari no podía quedar restringida a las acciones del Estado mexicano, sino que también se hizo un esfuerzo por delegar tareas de control ambiental al sector privado, tanto nacional como extranjero, con el fin de elaborar normas ecológicas y auditorías ambientales. Así, en octubre de 1992 se notificó que algunos consultores mexicanos, apoyados por firmas extranjeras, realizarían auditorías ambientales en 17 plantas de Pemex.⁹

Pese a estos esfuerzos, la crítica de diversos grupos ecologistas, tanto mexicanos como estadounidenses, al gobierno mexicano, no cesó. Básicamente se consideraba que todos los esfuerzos en este sentido eran insuficientes.¹⁰ Ante tal situación, la investigadora Blanca Torres detecta que varios esfuerzos de los gobiernos de México, Estados Unidos y Canadá, se enfocaron hacia la posibilidad de satisfacer las demandas de los grupos ecologistas, aun cuando esos esfuerzos no fueran idénticos:

Los representantes de los tres gobiernos procuraron, entonces, determinar el mínimo de disposiciones ambientales que se habrían de

⁸ *La Jornada*, 9 de octubre de 1992.

⁹ *El Financiero*, 28 de octubre de 1992.

incluir en el TLCAN a fin de satisfacer a las organizaciones ambientalistas moderadas de Estados Unidos. A partir de lo que se sabe sobre estas negociaciones, podemos inferir que Canadá estuvo en general, más cerca de México en cuanto al rechazo a la aplicación extraterritorial de leyes ambientales [...] Por principio de cuentas, los miembros del TLCAN se comprometieron a impulsar el desarrollo sostenible y aplicar y administrar el tratado de manera compatible con la protección al medio ambiente. Entre las obligaciones específicas se establece que los convenios internacionales ratificados por las partes sobre especies en vías de extinción, sustancias que dañan la capa del ozono y desechos peligrosos, prevalecerán sobre disposiciones del TLCAN y que, en el futuro, algunos otros convenios multilaterales similares podrían tener la misma jerarquía.¹¹

Con la victoria de William Clinton en las elecciones presidenciales de noviembre de 1992, el optimismo con respecto a ver rápidamente ratificado el TLC, negociado y firmado con el presidente Bush, se vio súbitamente menguado. Clinton había manifestado durante su campaña electoral serias reservas hacia ese acuerdo comercial, pero en octubre de 1992, el candidato demócrata anunció su apoyo al mismo, siempre y cuando se complementara con nuevos aspectos laborales y ambientales. Al principio, tanto los analistas mexicanos como los estadounidenses, pensaron que el complemento adicional quedaría reducido a solicitarle al gobierno mexicano mayor inversión en materia ambiental, sobre todo en la zona fronteriza, y garantías de que efectivamente se aplicaría la legislación vigente a este respecto en territorio mexicano. Pero muy pronto el presidente electo de Estados Unidos dio a conocer su posición, primero de modificar el texto del tratado y después, ante la negativa mexicana, de incluir dos “acuerdos paralelos” adicionales, con el fin de satisfacer las demandas expresadas por su propio electorado. Se inició el año 1993 con arduas negociaciones entre los gobiernos de México, Estados Unidos y Canadá para concluir a la brevedad posible los acuerdos paralelos con los que el

¹⁰ Véase Blanca Torres, “La cuestión del medio ambiente en la agenda bilateral (1911-1992)”, en Gustavo Vega (comp.), *Anuario México-Estados Unidos-Canadá, 1991-1992*, México, El Colegio de México, 1993, pp. 381-427.

¹¹ *Ibid.*, p. 423.

TLC debería presentarse al Congreso de Estados Unidos el 17 de noviembre de 1993, para ser ratificado o rechazado.

LA FIRMA DE LOS ACUERDOS PARALELOS AL TLC COMO ETAPA INICIAL
PARA LLEVAR A CABO MECANISMOS DE CONTROL SIN PRECEDENTE
PARA LA LIMPIEZA Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

A lo largo de 1993, se llevaron a cabo arduas negociaciones entre los gobiernos de México, Canadá y Estados Unidos, para concluir la elaboración de acuerdos paralelos, satisfactorios a los intereses de las tres partes involucradas, para acompañar al Tratado de Libre Comercio, cuya ratificación sería sometida a las ramas legislativas de los tres países. Sin embargo, el 30 de junio de ese año, los recelos y suspicacias de varios grupos de presión estadounidenses respecto a las ventajas de la firma de acuerdos de tal índole, encontró un apoyo en el fallo del juez Charles Richey, mediante el cual se impedía al ejecutivo estadounidense introducir el TLC a la consideración del Congreso, hasta que no se realizara un minucioso estudio del impacto ambiental que pudiera tener la puesta en práctica del Tratado.

El 2 de julio de 1993, la rama ejecutiva del gobierno estadounidense presentó un recurso contra el fallo judicial, al solicitar al Tribunal de Apelaciones la mayor celeridad posible para resolver tal cuestión. Cuatro días después, el 6 de julio, la Corte de Apelaciones del Distrito de Columbia aceptó la moción de emergencia, presentada por el gobierno Clinton para acelerar el proceso de apelación, y el 19 de julio fijó la audiencia sobre el fallo judicial para el 24 de agosto.

En la audiencia del 24 de agosto, el representante del gobierno de William Clinton pidió invalidar el fallo del juez Richey porque, entre otras cosas, tenía el efecto, colateral y no intencionado, de someter al presidente a un juicio personal. Un mes después de esa audiencia, el 24 de septiembre de 1993, los tres magistrados de la Corte de Apelaciones del Distrito de Columbia, en un veredicto unánime, anularon el dictamen del juez Richey, al concluir que la legislación ambiental simplemente no es aplicable a las acciones emprendidas por el presidente de Estados Unidos en cuestiones tales

como la ratificación de un acuerdo internacional como lo es el Tratado Trilateral de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá.¹²

Al externar su beneplácito por el fallo en favor de la apelación del presidente Clinton, los representantes del gobierno mexicano consideraron que, de cualquier modo, el TLC debería ser visto como un tratado comercial ecológico porque su acuerdo paralelo en materia ambiental asegura la protección de los tres países involucrados.¹³

Ahora bien, aunque la mayor parte de los recelos y sospechas sobre la ratificación del TLC, desde la perspectiva ambiental han venido de grupos de presión estadounidenses, lo cierto es que la historia de la relación bilateral ha sido en este rubro negativa, más bien para México y no para Estados Unidos. Las interrogantes que podían haberse esgrimido, desde la perspectiva mexicana, podrían haber sido del siguiente tipo: ¿Cómo puede Estados Unidos obligar a México a que reduzca sus emisiones en la atmósfera, cuando los gastos tendrían que correr a cargo de los mexicanos y serían los estadounidenses quienes obtendrían los mayores beneficios de tal inversión? O bien, ¿Cómo lograr que Estados Unidos reduzca la contaminación con sus desechos industriales en ríos que llegan a Sonora y al valle de Mexicali? Es posible que las acciones para poder controlar situaciones de este tipo, o el de la combustión de materiales fósiles que incrementa el "efecto invernadero", junto con los mecanismos capaces de evitar su infracción, requerirán, ciertamente, de acuerdos internacionales sin precedente en un orden crecientemente globalizado.

Algunas de las interrogantes planteadas en este tipo de cuestiones fueron parcialmente despejadas cuando el 14 de septiembre de 1993 se firmaron los acuerdos paralelos en materia laboral y ambiental entre México, Canadá y Estados Unidos.¹⁴ Desde fines de julio, el secretario mexicano de comercio había informado que el proyecto de descontaminación de la frontera costaría alrededor

¹² *El Nacional*, 25 de septiembre de 1993, primera plana.

¹³ *Ibid.*, p. 25.

¹⁴ *El Financiero*, 14 de septiembre de 1993, primera plana.

de 30 mil millones de dólares.¹⁵ Sin embargo, para cuando se revocó el fallo del juez Richey, el gobierno de Clinton consideraba que sólo se requerirían 8 mil millones de dólares para llevar a cabo tal operación. Por lo pronto, el Banco Mundial anunció un préstamo de 3 millones de dólares a México para la limpieza ambiental de su frontera con Estados Unidos. Los recursos de tal préstamo serán administrados por una agencia binacional denominada "Administración Ambiental Fronteriza", al mismo tiempo que se discute la creación de un Fondo de Financiamiento Ambiental Fronterizo.¹⁶

La creación potencial de ambos organismos de cooperación bilateral en materia ambiental, se inscribe en el ámbito de los acuerdos paralelos al TLC en donde se prevee la creación de una Comisión para la Cooperación Ambiental, la cual tendrá, entre sus tareas, la supervisión del cumplimiento de las leyes ambientales en toda la región de América del Norte. El acuerdo paralelo también obliga a cada parte a realizar inspecciones y auditorías ambientales, dar a conocer información sobre su cumplimiento, así como establecer multas y sanciones a aquellas empresas que no cumplan las exigencias de las nuevas leyes ambientales. En el marco del propio TLC había quedado establecido, por otra parte, que ninguna de las partes firmantes podría reducir sus niveles de protección ambiental con el fin de atraer inversiones.

Lo importante de todo esto para la región, y en especial para la percepción del problema por parte de la administración Clinton, ha sido que el TLC ha empezado a ser defendido, por esta última, en términos de que, cuando no existe un crecimiento económico y un desarrollo sustentable de dimensiones regionales, tampoco puede haber dinero para destinarlo a prioridades de protección ambiental. En esta dirección se inscribe la declaración de Clinton con respecto a que, en caso de ser aprobado, el TLC "tendrá la ventaja de elevar la inversión ecológica en la frontera".¹⁷

La disyuntiva entre crecimiento económico o protección al medio ambiente, se convierte así en una disyuntiva falsa, y eso ya ha sido captado adecuadamente, por fin, en la administración

¹⁵ *El Financiero*, 31 de julio de 1993, primera plana.

¹⁶ *El Nacional*, 25 de septiembre de 1993.

¹⁷ *Ibid.* p. 23.

Clinton. Estados Unidos necesita de México y Canadá no sólo para consolidar un bloque económico regional capaz de competir eficazmente con los bloques rivales que se configuran en Europa y en el Pacífico, sino también para llevar a cabo su propia política ambiental. Mientras mejor nivel de vida y más desarrollo tengan sus vecinos, más probabilidades habrá de proteger eficazmente al medio ambiente, porque la pobreza y la industrialización en condiciones de subdesarrollo, constituyen dos de las principales fuentes del deterioro ambiental contemporáneo. El contexto globalizado del nuevo orden internacional significa no sólo la competencia entre grandes bloques económicos regionales, sino también la imposibilidad de hacer frente aisladamente a los problemas ecológicos, los cuales requieren de un esfuerzo conjunto y un nivel de cooperación que fácilmente rebasa al de las relaciones bilaterales.

Tal parece que, aun cuando los acuerdos paralelos al TLC han logrado generar mecanismos de concertación internacional sin precedente para la protección del medio ambiente, el gran reto está todavía por delante y rebasa el nivel de la relación bilateral. En un orden globalizado se vislumbra como imprescindible la creación de un organismo internacional al servicio del interés colectivo de todos sus miembros. A diferencia de un cartel como el de la OPEP, parece requerirse ahora de un cartel ecológico capaz de actuar en beneficio no sólo de un país o de una región, sino que al proteger el medio ambiente, estaría ayudando a todo un hemisferio y con ello al planeta en general.

Todavía no resulta evidente cómo podría llegarse a un acuerdo internacional de tal magnitud. Pero en un orden globalizado encaminándose a la consolidación de grandes bloques económicos regionales, podría darse el caso de que esta idea, aparentemente utópica, sea más bien el tipo de organización natural para hacer frente a los desafíos del próximo milenio, una vez que se difunda la posición de conciliación integradora de Salinas en la Cumbre de Río de Janeiro, en el sentido de lo fructífero y creativo que puede ser el ampliar la noción de desarrollo sustentable con la visión conceptual de un desarrollo global, cuyo lema se resume en la fórmula de "ni desarrollo contaminante ni ecologismo estéril sino cooperación para un desarrollo global, tanto económico como ecológico".

III. PROBLEMAS AMBIENTALES DE LAS CIUDADES

LA CIUDAD Y LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: UN ENFOQUE ECONÓMICO

GABRIEL QUADRI DE LA TORRE
Secretaría de Desarrollo Social

INTRODUCCIÓN

La evaluación de impacto ambiental va pasando de ser un procedimiento de iniciados y profesionales en disciplinas ambientales, para convertirse en un instrumento de política ecológica cada vez más ubicuo e indispensable, que incluso forma parte ya del repertorio de reivindicaciones ciudadanas frente a proyectos o acciones que, presuntamente, pueden dañar la integridad de los ecosistemas o la calidad de vida de la población. Su importancia y carisma político lo han hecho aparecer, por ejemplo, en los acuerdos paralelos al TLC, como medida obligatoria en decisiones de inversión (Secofi, 1993). Ese cosmopolitismo, sin embargo, no debe hacernos caer en generalizaciones o en criterios de evaluación de impacto ambiental pretendidamente válidas *urbi et orbi*. Un caso específico que merece una consideración especial de concepto y método es la evaluación de impactos ambientales en las grandes zonas metropolitanas.

Esto tiene varias justificaciones. Una de ellas es el número e intensidad crecientes en los conflictos de opinión que se dan en la ciudad entre promotores, vecinos y autoridades, quienes mantienen apreciaciones distintas sobre la conveniencia de aprobar o no proyectos de inversión inmobiliaria en predios especialmente sensibles. En estos casos, la evaluación de impacto ambiental se llega a convertir en pieza de discordia, lo que le impide cumplir su papel de análisis y fundamentación objetiva de decisiones. A esto contribuye la inexistencia de criterios y metodologías decretadas por el

gobierno local bajo condiciones inequívocas de aplicación. También ayuda al conflicto y a la toma de decisiones ineficientes; las metodologías utilizadas se transfieren al pie de la letra de los contenidos establecidos por las autoridades federales (Sedue, 1989), los cuales están pensados para proyectos en zonas que no tienen un carácter eminentemente urbano o metropolitano. Además, no reconocen como elemento decisivo en el proceso de evaluación y de autorización al marco normativo en los usos del suelo que rige en un número creciente de ciudades. Este dislocamiento entre lo ambiental y lo urbano favorece visiones fragmentadas y situaciones de tensión excesiva entre diferentes intereses.

Es importante explorar algunas posibilidades para superar los inconvenientes anteriores, introduciendo criterios útiles y metodologías apropiadas de evaluación de impactos en el ámbito urbano; éstas deben cumplir efectivamente su misión de ser un instrumento objetivo y creíble de consulta, discusión y decisión. Es posible que con una perspectiva más rica, que conjugue lo urbano-ambiental con algunos conceptos económicos básicos, se pueda avanzar en ese sentido. A ello se orienta el presente texto.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impacto ambiental constituye un proceso de doble carácter; por un lado es un análisis encaminado a predecir alteraciones que un proyecto, servicio o actividad (ya sea público o privado) puede producir en el medio ambiente, y por otro, es un procedimiento jurídico administrativo para la aprobación, modificación o rechazo del proyecto o actividad por parte de la autoridad competente.

En 1987 se expidió la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, la cual define los principios de política ecológica general de la nación y regula los instrumentos para su aplicación y observancia. Entre los instrumentos de política ecológica, la ley establece la "evaluación de impacto ambiental", que constituye un mecanismo técnico-administrativo que permite identificar y prevenir los efectos ambientales adversos asociados a la realización de "obras o de actividades públicas o privadas que

puedan provocar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y en las normas técnicas ecológicas” (artículo 28).

La evaluación de impacto ambiental puede desarrollarse en tres modalidades que van a depender de la escala, zona y actividad de que se trate; éstas son: general, intermedia y específica.

Conforme a la ley, estas obras o proyectos deberán sujetarse a la autorización previa, así como al cumplimiento de los requisitos que se les imponga una vez evaluado el impacto ambiental que pudieran generar. Para ello, los interesados deberán presentar, ante la autoridad correspondiente, una manifestación de impacto ambiental, que consiste en un estudio que analiza los efectos del proyecto sobre el ambiente natural y social, y que establece las medidas para mitigar los impactos negativos identificados.

A nivel nacional, la evaluación de impacto ambiental de obra pública federal, de obras de infraestructura como vías generales de comunicación y oleoductos, de exploración y explotación de minerales; de industrias estratégicas, desarrollos turísticos federales, instalaciones de tratamiento y confinamiento de desechos peligrosos, y los aprovechamientos forestales, está reservada a la federación, por conducto de la Sedesol (artículo 29). El resto de las obras o actividades consideradas como riesgosas para el medio ambiente deben ser evaluadas por las entidades federativas. Conforme a ello, el DDF es la autoridad competente para dictar las resoluciones de impacto ambiental relativas a las obras y actividades proyectadas dentro del territorio del Distrito Federal y que no caen dentro de lo que compete a la federación (artículo 31).

En materia de obra pública federal quedan exceptuadas de la obligación de contar con una autorización de la Sedesol en materia de impacto ambiental, la construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas, cuando para la realización de tales actividades se cuente con el permiso, licencia o autorización necesaria que provenga de la autoridad competente (en este caso el DDF) (artículo 5º, fracción I del reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de impacto ambiental).

Sin embargo, es posible que aun en estos casos participe la federación, a petición de las autoridades estatales o municipales

correspondientes, y tratándose de obras cuya naturaleza y complejidad lo requiera (artículo 5º, fracción XI del mismo reglamento).

ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y PLANEACIÓN DE USOS DEL SUELO

Cuando existe una estructura adecuada de planeación y ordenamiento de los usos del suelo, puede decirse que la evaluación de impacto ambiental se convierte en un instrumento de segundo piso, que aporta, en un nivel más fino, criterios específicos de mitigación de impactos a proyectos que en principio están permitidos por la normatividad de zonificación vigente. En el Distrito Federal se cuenta con un sistema de planeación de los usos del suelo ampliamente desarrollado a partir del programa director del desarrollo urbano del Distrito Federal, que define los usos del suelo y orienta el crecimiento y la distribución en el espacio, de las distintas actividades urbanas. Este programa director, que incorpora ya consideraciones de protección ambiental, está conformado, por un lado, por el Programa general de desarrollo urbano (DDF, 1987), que establece los lineamientos y normas generales de control del desarrollo metropolitano y determina la zonificación primaria de la ciudad a través de una zona de desarrollo urbano y otra de conservación ecológica. Por el otro lado, están los programas parciales delegacionales en los que se ha establecido una zonificación secundaria que especifica los usos permitidos, condicionados o prohibidos dentro de cada unidad básica territorial, así como normas de intensidad y densidad del desarrollo, y lineamientos complementarios.

Este ordenamiento se ha realizado con base en el análisis de los factores físicos y ambientales, patrimoniales y socioeconómicos que han influido en el desarrollo del Distrito Federal, con el propósito de optimizar sus servicios y equipamiento. La definición de criterios para la delimitación físico-espacial se fundamenta en la dinámica del crecimiento capitalino. En este sentido se han respetado las demarcaciones puntuales existentes, utilizando avenidas, cruces o elementos físicos fácilmente identificables, observándose también las poligonales que delimitan las colonias, así

como las zonas homogéneas completas, ya sean históricas o por niveles de ingreso. La conformación de estas unidades físico-espaciales de planeación es elemento indispensable en la definición de un esquema de ordenamiento territorial.

En la zonificación primaria, el área de desarrollo urbano abarca 63 382 hectáreas, o sea, 42.6% de la superficie del Distrito Federal. Por su parte, el área de conservación ecológica incluye 85 554 hectáreas que corresponden a 57.4% de la superficie total. El área de desarrollo urbano se estructura en sectores. Cada uno de ellos comprende la conformación de un centro urbano, a través del cual se busca autonomía y autosuficiencia en materia de servicios administrativos, comercio, empleo y vivienda. Con ello se pretende favorecer la integración y consolidación del sector habitación y el establecimiento de franjas continuas de servicios, llamadas corredores urbanos. Para el área de conservación ecológica se intenta consolidar su característica de reserva natural, mediante su preservación y mejoramiento, y, en forma paralela, el control urbano de los 36 poblados que se asientan en esta área, mediante los programas parciales respectivos. El programa también contempla el establecimiento de zonas especiales de desarrollo controlado, con características y problemas específicos que las hacen merecer una atención especial. Éstas se ajustan a una zonificación y reglamentación de desarrollo controlado y se rigen por políticas de disuasión y protección que incluyen instrumentos fiscales y jurídicos.

CONCEPTOS URBANOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En un espacio metropolitano como la ciudad de México, las consecuencias sociales de las acciones privadas se multiplican y encuentran una densa red de relaciones urbanas para extenderse; los derechos privados y las necesidades colectivas llegan a grados considerables de tensión, mientras la demanda por bienes públicos mayores y de mejor calidad se incrementa por más altos niveles educativos y de ingresos. De la misma forma, en la ciudad, la frontera entre lo urbano y lo ambiental se vuelve muy difusa, e incluso irreconocible, en la medida en que los elementos considerados normalmente como ambientales (aire, vegetación, fauna,

áreas verdes, recarga hidrológica, desechos, etc.), sólo pueden entenderse dentro de complejos elementos y procesos metropolitanos (transporte, localización de actividades, usos del suelo, formación de precios, política fiscal, patrimonio histórico, infraestructura, etc.). En la ciudad, las prioridades, preferencias y dimensiones relativas de cada uno de esos elementos ambientales cambian continuamente, respondiendo con gran sensibilidad a la estructura de costos de oportunidad característica de la urbe, la cual es muy diferente de aquella que prevalece en áreas naturales o rurales. Debe tenerse en cuenta que, en ocasiones, proveer o mantener un bien ambiental convencional en una zona de la ciudad, puede obtenerse sólo a costa de sacrificar funciones urbanas sumamente valiosas, o bien, generando retroalimentaciones negativas en otros procesos ambientales.

La percepción y valoración que la ciudad tiene sobre esos aspectos del medio ambiente queda sujeta al proyecto colectivo que le da razón de ser, así como al aprovechamiento pleno de sus potencialidades (economías de escala, efectos demostración, efectos multiplicadores) de creatividad, interacción y productividad, mismos que difícilmente se presentan en otras áreas. Puesto de una manera diferente, el criterio de eficiencia ambiental, económica y urbana adquiere preminencia.

Hablando de eficiencia, sabemos que ésta implica, por un lado, destinar los recursos escasos y más valiosos hacia aquellos fines que deriven la rentabilidad social más alta. Un rasgo muy distintivo de la ciudad, en su lógica de despliegue espacial y funcionamiento, es el principio de escasez del suelo. Siendo el suelo metropolitano el recurso escaso por excelencia, es preciso ponderar con cuidado los costos y los beneficios de cada alternativa en juego para su utilización. Si el sistema de precios reflejara todos los costos y beneficios sociales, la operación misma del mercado inmobiliario resultaría en una asignación óptima de este recurso; sin embargo, sabemos que no es así, que por fallas de los mercados o por la imposibilidad práctica de crearlos, gran cantidad de información sobre preferencias, costos y beneficios sociales no se transmite al sistema de precios que orienta las decisiones de los inversionistas, tanto del sector público como del sector privado; de ahí, por tanto, que los

precios que se observan en el mercado inmobiliario sólo revelen una parte de la información necesaria para tomar decisiones socialmente eficientes u óptimas.

La evaluación de impactos es, en este escenario, una herramienta para generar, por lo menos de manera parcial, la información ambiental/urbana faltante que el mercado no alcanza a recabar ni a transmitir; y también, un proceso analítico para evaluar elementos más comprensivos de costos y de beneficios sociales. Esto permite sugerir medidas técnicas para minimizar los primeros o ampliar los segundos, de tal manera que el balance integrado de un proyecto resulte lo más favorable posible.

No está por demás incluir en estos comentarios conceptuales la necesidad de que, al evaluar el impacto ambiental de las obras urbanas, es necesario seguir metodologías que atiendan a las circunstancias de complejidad socioeconómica y ambiental inherentes a la ciudad. Es obvio que no sería recomendable extrapolar mecánicamente criterios y procedimientos utilizados en otras condiciones, dado que esto nos llevaría a distorsionar la realidad metropolitana, a generar resultados consistentemente subóptimos desperdiciando recursos escasos, y a incurrir en costos sociales crecientes. De ahí, entonces, que el significado de “lo ambiental” en la ciudad deba englobar no sólo los aspectos estrictamente ambientales ya conocidos, sino factores interactuantes de tipo urbano, socioeconómico y cultural.

BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES; CALIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y COSTOS

De manera previa a la especificación de cierto proyecto sobre un predio relevante, es conveniente conocer su “valor” ambiental, con el objeto de proporcionar criterios sobre la conveniencia de aceptar algún tipo de desarrollo inmobiliario o no, el cual surgirá de una comparación entre ese “valor” ambiental del sitio y el costo de oportunidad de mantenerlo en un estado baldío o relativamente “natural”.

Para llevar este análisis a un terreno operativo, requerimos traducir el flujo de bienes y servicios ambientales (Q) que ofrece algún predio de interés a un código cuantitativo. Como sabemos,

generalmente no hay precios que pudieran ayudarnos a resolver el problema de cuantificarlos en una unidad de cuenta homogénea. Por esa razón conviene buscar otros procedimientos, como lo podrían ser algunos de valuación indirecta, contingente o indicativa/subjetiva. Dada la complejidad de métodos como el de *travel cost approach* o de *willingness to pay* o *willingness to accept* (Cropper y Oates, 1992), aquí utilizaremos un índice ponderado para una serie de bienes y servicios ambientales considerados significativos en el ámbito metropolitano.

La expresión de Q adquiriría la forma siguiente:

$$Q = \theta T = \sum m_i f_i$$

en donde:

- i es cada uno de los bienes y servicios ambientales relevantes (señalados en el cuadro siguiente);
- m_i es una ponderación (entre 0 y 5) que refleja la importancia social, para la ciudad, de la función "i"; corresponde con la justificación y el análisis que se desarrollará más adelante sobre una matriz de interacción del tipo Leopold;
- f_i es el índice operativo, específico al predio, atribuido a cada bien o servicio ambiental "i".

El cuadro 1 ilustra la construcción e identificación de Q en un predio específico, de acuerdo con las definiciones anteriores.

Multiplicando $m_i f_i$ obtenemos el "valor" del bien o función ambiental correspondiente, que podrá alcanzar una cifra máxima de $5m_i$; en el caso en que se trate de algo de importancia externa para la ciudad ($m_i = 5$), por lo que el valor más alto posible para cada función o bien ambiental será de 25. Sumando estos valores máximos tenemos:

$$Q^* = 5 \sum m_i = 205$$

lo cual representa la cifra mayor posible imputable a Q en cualquier predio urbano. Si el valor de Q en algún predio es de $Sm_i f_i$ en una escala de 100 alcanzaría un nivel de $[100 (Sm_i f_i)/205]$ que representaría su calificación ambiental.

CUADRO I
Construcción e identificación de Q

<i>Bien/función</i>	<i>Ponderación</i>	<i>Índice</i>	<i>Valor(Q)</i>	<i>Valor máximo (Q^*)</i>
Flora	3	f1	3(f1)	15
Fauna	2	f2	2(f2)	10
Suelo	1	f3	f(3)	5
Recarga de acuíferos	4	f4	4(f4)	20
Ecosistemas especiales	2	f5	2(f5)	10
Acceso y uso público	5	f6	5(f6)	25
Paisaje urbano	5	f7	5(f7)	25
Uso del suelo	5	f8	5(f8)	25
Recreación	2	f9	2(f9)	10
Riesgos	2	f10	2(f10)	10
Empleo/ingresos/impuestos	3	f11	3(f11)	15
Culturales	2	f12	2(f12)	10
Patrimonio histórico	2	f13	3(f13)	10
Funciones neutras*	2	f14	2(f14)	15
Total			$\sum m_i f_i$	205
			Calificación	$100(\sum m_i f_i / 205)$

Ahora es necesario calcular el costo de oportunidad económico inmobiliario del predio tomando en consideración su valor comercial y una tasa de interés representativa que nos dé un flujo anual (X), cifra que aproxima lo que se está “perdiendo” por mantener en estado baldío el predio que nos ocupa, o bien, es lo que cuesta mantener el flujo Q de bienes y servicios ambientales.

La calificación ambiental y el costo de oportunidad no son comparables entre sí, dada la inexistencia de una unidad de cuenta homogénea para ambos. Sin embargo, permiten sopesar circunstancias reales, así como esclarecer y restarle pragmatismo político a las decisiones públicas sobre autorizar el desarrollo inmobiliario o, en su caso, impedirlo, lo que significa destinar recursos escasos del erario a expropiar, comprar o a compensar al titular de los derechos de propiedad, o bien, a sacrificar ingresos que podrían surgir de la venta de algún terreno de propiedad pública. Este balance, sin duda simple, nos ofrece una referencia de racionalidad

en términos de costos y beneficios, disciplina lógica indispensable para una gestión pública eficiente.

DESARROLLO INMOBILIARIO Y CONSERVACIÓN

Una vez que se ha valorado el beneficio y el costo de mantener un predio urbano baldío o "natural", y en el caso de que se opte por algún proyecto de desarrollo inmobiliario en el mismo, surge la necesidad de indagar sobre la asignación óptima del recurso "tierra". Para ello, supongamos que cualquier predio (indivisible) se entiende como un insumo (T) para generar dos productos interdependientes, que son los servicios inmobiliarios realizables económicamente (x) y los servicios ambientales (q); ambos, a través de alguna relación tecnológica (s). Cada uno de éstos va a depender de la cantidad de terreno destinada al desarrollo inmobiliario y a la provisión de bienes y servicios ambientales, respectivamente; de un factor de productividad ambiental por unidad de área (θ); y de un parámetro que conjuga el precio comercial de una unidad de área con una tasa de interés que establezca un flujo de valor en un cierto periodo (γ).

$$x = \gamma x^t$$

$$q = \theta t_q$$

$$T = t_x + t_q$$

$$x = s(q)$$

Por otra parte, postulamos, en términos muy abstractos, que la sociedad trata de obtener del predio en cuestión el más alto nivel de bienestar o de utilidad social (U), el cual depende de los bienes y servicios inmobiliarios (x) que se realicen económicamente en el predio (a precios de mercado), pero también del volumen de bienes y servicios ambientales/urbanos (q) que éste proporcione

en un estado relativamente “natural”; estos últimos, como se sabe, no se manifiestan generalmente en el sistema de precios.

$$\max: U = u(x, q)$$

Conviene suponer que U es una función continua y convexa de la forma Cobb-Douglas, donde $\alpha + \beta = 1$.

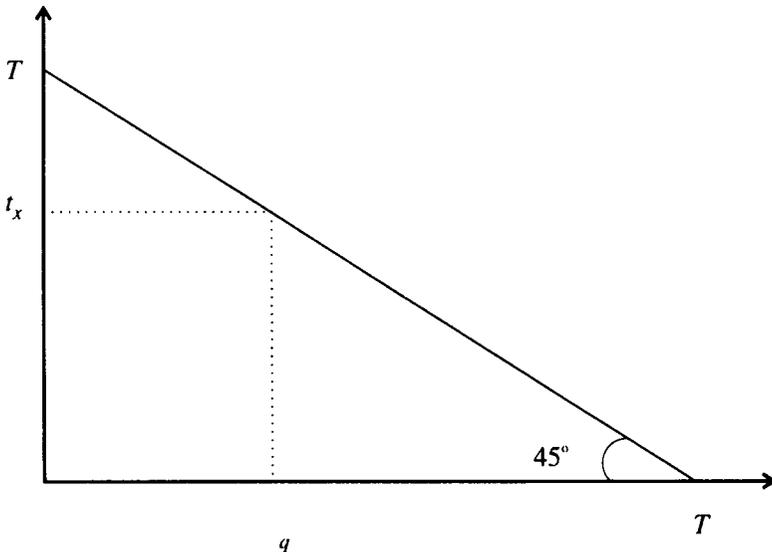
Reflexionando sobre el significado de los exponentes de la función anterior, pensemos que en el área de conservación ecológica (por ejemplo, en el Ajusco) establecida por la zonificación primaria del Programa Director de Desarrollo Urbano, resultaría lógico suponer que β es mucho mayor que α , lo que reflejaría una más grande intensidad de las preferencias sociales en favor de la conservación ecológica, relativamente a la realización económica del valor comercial del terreno. En el área de desarrollo urbano (por ejemplo, en Polanco), tratándose de predios “normales” o típicos, podría esperarse que ocurriera lo contrario, prefiriéndose el desarrollo inmobiliario por encima de la conservación del predio en estado “natural”; esto significaría que $\alpha > \beta$. En el caso de un predio atípico, suficientemente grande, que a pesar de ubicarse en la zona de desarrollo urbano, sobre él se manifiesten abiertamente intereses sociales en favor de la conservación, y que se contrasten con intereses e iniciativas legítimos de desarrollo inmobiliario, sería razonable suponer que α y β son muy parecidas o equivalentes.

Sobre la función s podemos decir que se trata de una función de producción, configurada como curva de transformación en donde el insumo T (la tierra) está fijo. Conviene pensar en ella, por ahora, como una relación tecnológica lineal, donde la tasa técnica de transformación es constante y equivalente a su pendiente, lo que significa que el terreno es ambiental y económicamente homogéneo. Este supuesto no es tan restrictivo como parece, si aceptamos que la producción de bienes y servicios ambientales (q) es proporcional al área mantenida en su estado natural en términos del factor θ y, que el valor inmobiliario realizable también será proporcional (de acuerdo con la magnitud del parámetro γ) al área que esté permitido construir por las normas vigentes. Siendo así, bajo condiciones de mercado competitivas, el precio promedio de la

tierra en el sitio, que está incluido en γ , revela el potencial del desarrollo inmobiliario. Esto refleja una estructura dada de escasez del suelo urbano, de preferencias sociales (incluyendo la normatividad de uso estipulada en los programas parciales), y de rendimiento de activos financieros.

El costo de oportunidad de una área dentro del predio, donde no se realiza el valor económico potencial será de $\gamma(T - t_x)$, donde γT es el valor total del terreno a precios comerciales; en otras palabras, es lo que la sociedad está dejando de "ganar" por no llevar a cabo un proyecto rentable a los precios del suelo vigentes. Simétricamente, el costo de oportunidad social o ambiental de desarrollar el área t_x , estaría dado por la diferencia (o pérdida) $\theta(T - t_q)$ (véase gráfica 1).

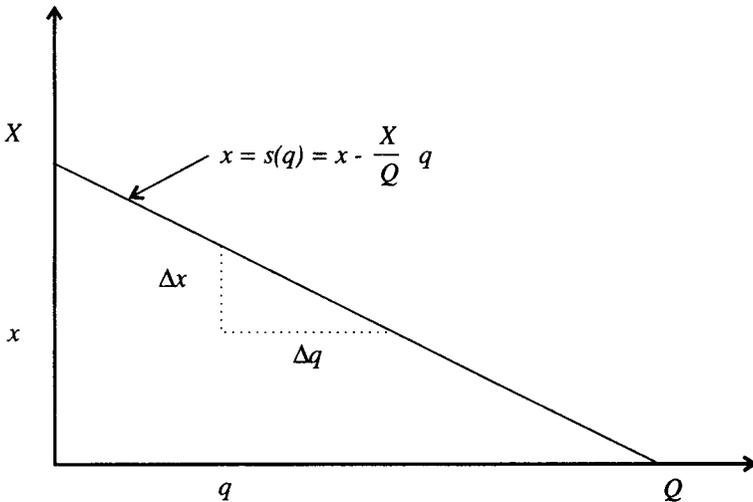
GRÁFICA 1



Recordemos en este momento que nuestro problema consiste en encontrar una combinación óptima de q y de x , de tal manera que se obtenga el nivel más alto de utilidad social. Para ello es

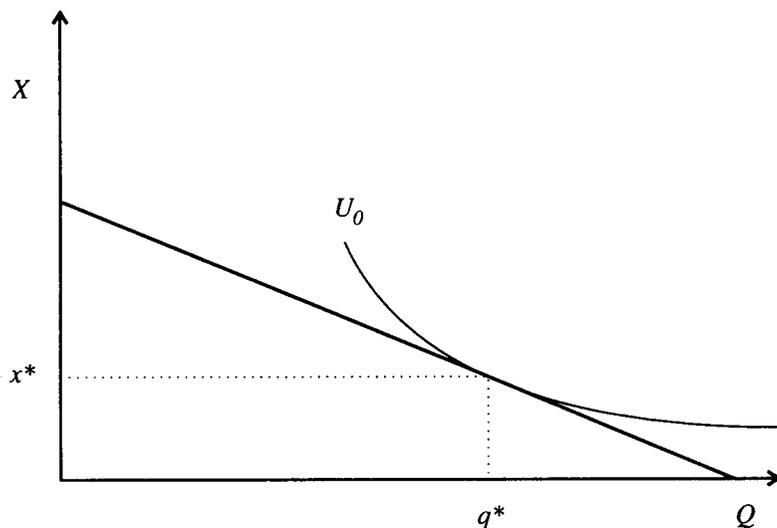
necesario, en primer lugar, aproximar de alguna forma los bienes y servicios ambientales (Q) que genera el predio en cuestión, con el objeto de obtener una base para relacionarlo con el flujo de servicios inmobiliarios realizables (X) de la forma como lo plantea la gráfica 2.

GRÁFICA 2



La recta representa la función de transformación cuya tasa técnica de transformación es que también puede representar una relación de precios. Ahora, se procede a encontrar los valores de q y de x que maximizan la función U , para lo cual ésta se sobrepone en forma de curvas de indiferencia generadas con base en las características que se le han adjudicado (continua, convexa). Cada curva de indiferencia representa un nivel de utilidad social, y como se sabe, éste se maximiza para una curva de transformación en el punto de tangencia, el cual se proyecta en la combinación óptima (q^*, x^*) , y donde la tasa de transformación técnica es igual a la tasa de sustitución entre x y q (gráfica 3).

GRÁFICA 3



Haciendo uso de nuestra función U del tipo Cobb-Douglas y de la función de transformación ya especificada, es posible indagar sobre los valores de x^* y q^* , utilizando una función de Lagrange.

$$L = x^\alpha q^\beta + \lambda \left(X - x + \frac{X}{Q} q \right)$$

$$\frac{\partial L}{\partial X} = \alpha x^{\alpha-1} q^\beta - \lambda = 0$$

$$\frac{\alpha L}{\alpha q} = \beta x^\alpha q^{\beta-1} - \lambda \frac{X}{Q} = 0$$

$$\frac{\alpha L}{\alpha \lambda} = X - x + \frac{X}{Q} q = 0$$

Resolviendo para x , y , q , tenemos que:

$$\alpha x^{\alpha-1} q^{\beta} = \frac{\beta x^{\alpha} q^{\beta-1}}{X/Q}$$

$$\frac{\alpha x^{\alpha-1} q^{\beta}}{x^{\alpha}} = \frac{\beta q^{\beta-1}}{X/Q} x^{-1} = \frac{\beta}{\alpha} q^{-1} \frac{Q}{X}$$

$$\alpha x^{\alpha-1-\alpha} q^{\beta} = \frac{\beta q^{\beta-1}}{X/Q}$$

$$x^{-1} = \frac{\beta q^{\beta-1}}{\alpha q^{\beta} X/Q}$$

$$x = \frac{\alpha}{\beta} \frac{X}{Q} q$$

Sustituyendo en $\frac{\partial L}{\partial \lambda}$:

$$x - \frac{\alpha}{\beta} \frac{X}{Q} q - \frac{X}{Q} q = 0$$

$$X - \frac{X}{Q} q \left(\frac{\alpha}{\beta} + 1 \right) = 0$$

$$q = \frac{XQ}{\left(\frac{\alpha}{\beta} + 1 \right) X}$$

$$q^* = \frac{Q}{\left(\frac{\alpha}{\beta} + 1 \right)}$$

De manera similar:

$$x^* = \frac{X}{\left(\frac{\beta}{\alpha} + 1 \right)}$$

Al conocerse x^* y q^* es posible obtener la proporción óptima del terreno que no debe desarrollarse t_q^* , de donde surge el primer criterio de evaluación global de algún proyecto sobre el terreno en cuestión. El resultado es bastante claro, e incluso intuitivo; nos dice que el nivel óptimo de x y de q será igual al valor total máximo técnicamente factible (dado el predio) de cada una de estas variables dividido por un factor que resulta de sumarle uno al cociente de los exponentes. En el caso particular en que las preferencias sociales sean igualmente favorables por el desarrollo inmobiliario que por el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que ofrece el predio, los niveles óptimos q^* y x^* equivaldrían a la mitad de las magnitudes totales X y Q . Es obvio que si varían relativamente las preferencias, α/β y β/α serán distintos de uno, y las proporciones óptimas de x y q serán diferentes. Esto va a reflejar las condiciones de zonificación y planificación de los usos del suelo, así como las circunstancias urbanas, ambientales y sociales de cada situación.*

EFFECTOS ECONÓMICOS LOCALES

La puesta en marcha y operación de un proyecto urbano significa el arribo de un número adicional de personas tanto para producir como para consumir los diferentes bienes y servicios involucrados. Esto puede generar desequilibrios en las variables del mercado local, particularmente en lo que se refiere a espacio habitacional y a servicios varios. El impacto final en los precios dependerá de la intensidad de la demanda por estos servicios y de las características de la oferta.

Al aumentar la demanda derivada de la existencia de ciertos servicios, se podría esperar que su precio también aumentara. Sin embargo, ello sólo ocurrirá en un caso preciso: cuando la oferta sea fija. El único caso en el cual es totalmente imposible aumentar la oferta para satisfacer un aumento en la demanda se refiere a la del suelo. Ya que se necesitan locales físicos para ofrecer los nuevos

* Una referencia amplia a los conceptos aquí utilizados puede encontrarse en Henderson y Quandt, 1980; y Varian, 1980.

servicios demandados, y la oferta de suelo es inelástica en el corto plazo (puesto que no se pueden agrandar las construcciones existentes en forma inmediata), *el valor del suelo deberá sufrir una apreciación en la zona de influencia del proyecto.** Evidentemente los beneficiados con estos movimientos son los dueños de bienes raíces.

Sin embargo, lo más probable es que la oferta de los servicios relevantes no sea completamente inelástica. Esto se debe a que algunos de los propietarios estarán dispuestos a modificar ya sea el uso de su suelo o de sus instalaciones, con el objeto de beneficiarse del incremento efectivo de las demandas. Este fenómeno es algo real y frecuentemente observado ante la construcción de centros generadores de demandas derivadas, como por ejemplo universidades, hospitales y centros multifamiliares.

Tomemos como ejemplo el caso de las universidades, en el que las demandas derivadas de carácter local suelen ser de cuartos habitables, restaurantes de comida económica, papelería y fotocopias. Muchos son los propietarios de casas habitación que modifican su uso del suelo para ofrecer formalmente uno de los servicios mencionados. Otras personas prefieren hacerlo de manera más informal, para lo cual redistribuyen la utilización de sus espacios interiores con el objeto de rentar un cuarto habitable o dar de comer cotidianamente a un grupo de alumnos y/o profesores. Estos fenómenos han sido observados, por ejemplo, en la zona residencial que rodeaba a la Universidad Iberoamericana en la colonia Campestre Churubusco, así como en la zona que rodea al Instituto Tecnológico Autónomo de México en San Ángel y en los alrededores del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en Monterrey, N. L.

Lo anterior tiene varias implicaciones. Por el lado de los beneficios hay un *efecto ingreso* que se distribuye heterogéneamente entre los habitantes de la zona que nos interesa. Una parte del efecto beneficia a todos los vecinos porque el precio del suelo aumenta dado el incremento demanda y, en su caso, por el prestigio que ciertos proyectos otorgan a las áreas donde se implanta. La

* Subrayado por el autor.

otra parte del efecto ingreso beneficia sólo a aquellos propietarios que deciden ofrecer, formal o informalmente, alguno de los servicios demandados: sus ingresos se verán incrementados por las utilidades que perciban de su nueva actividad.

Sin embargo, no todo es beneficioso. Estos efectos locales de mercado también pueden generar costos para algunos de los vecinos, especialmente para aquellos que no están de acuerdo con el cambio en el uso del suelo vigente.

ANÁLISIS INSTITUCIONAL (MARCO ESPACIAL)

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de impactos es una herramienta para generar información faltante que el mercado no alcanza a recabar ni a transmitir, y que es necesaria para asignar de manera eficiente los recursos urbano/ambientales de la ciudad. Es un ejercicio de identificación y ponderación de externalidades (positivas y negativas), y un procedimiento para sugerir alternativas que tiendan a maximizar la utilidad social de un proyecto. Como en la ciudad las redes de causalidad son muy densas y complejas, no basta una evaluación restringida al sitio físico del proyecto para comprender las ventajas y desventajas del mismo; es preciso llevar a cabo un análisis de las condiciones más relevantes de funcionamiento o desarrollo de la institución o sector de actividad involucrado en el proyecto. Para ello es importante considerar el concepto de "marco espacial".

El concepto de marco espacial se refiere a la distribución geográfica de las principales actividades de un individuo o de una institución. Aunque su representación puede hacerse en unidades de distancia, es posible también utilizar unidades de tiempo, por ejemplo, en horas/semana.

En nuestro caso, conviene proponer dos circunstancias que hacen especialmente interesante la consideración de este concepto. Por un lado, está la hipótesis de la variabilidad espacial de la productividad del individuo. El razonamiento indica que hay una relación inversa entre el marco espacial del individuo y su nivel de productividad: la fatiga generada por la realización sistemática de largos recorridos termina por observarse como una disminu-

ción en el rendimiento. Para nosotros, la productividad puede ser interpretada como el rendimiento tanto de profesores como de alumnos en el proceso enseñanza-aprendizaje e investigación (Martínez, 1993).

Por el otro lado, están los costos o impactos urbano/ambientales que un determinado marco espacial de actividades impone a la ciudad en términos, por ejemplo, de uso de infraestructura vial, transporte y carga contaminante (por el consumo energético y las emisiones vehiculares resultantes) (Quadri, 1993).

EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Evaluar los impactos de un proyecto puede interpretarse, de acuerdo con nuestro esquema conceptual, como un ejercicio para aproximar las consecuencias que éste tiene sobre el caudal de bienes y servicios ambientales prestados originalmente por el predio que corresponde, adicionando al análisis los efectos económicos locales y el marco espacial de actividades. Esto incluye “medir” de alguna forma la diferencia $Q-q^*$ entre el flujo inicial y el flujo “óptimo” que resultó de optimizar el uso del recurso o insumo “tierra”. Recordemos que éste se destina a generar dos productos socialmente deseados: desarrollo inmobiliario-educativo y bienes y servicios ambientales. En otras palabras, esa diferencia es un *costo* social que debe identificarse y evaluarse con el objeto de, en lo posible, minimizarlo a través de medidas de mitigación.

La identificación y evaluación de impactos puede llevarse a cabo a través de diversas técnicas *ad-hoc* que incluyen listas, matrices, redes, sobreposición de mapas o diagramas de flujo. El análisis que aquí se desarrolla está inspirado en la metodología de Leopold (UAM, 1985; y Westman, W., 1985), la cual consiste en una matriz de identificación causa-efecto y en un texto explicativo adjunto que describe los impactos registrados.

En nuestra matriz, los renglones son acciones o procesos del proyecto que pueden alterar el ambiente, y las columnas son los componentes ambientales que pueden ser afectados. En la matriz original de Leopold existen 100 acciones y 88 componentes del ambiente que generan 8 800 interacciones posibles. Para nuestro

caso, se ha considerado más adecuado trabajar sobre la base de una matriz reconvertida que acoge a los aspectos relevantes tanto del proyecto como de la circunstancia institucional, ambiental, urbana y social en que se inscribe. La identificación de impactos se logra señalando con una diagonal todos los factores ambientales (columnas) que puedan ser afectados por cada uno de los elementos o procesos (renglones) del proyecto. Una vez hecho esto, se tienen marcadas las cuadrículas que señalan las interacciones a ser evaluadas. Cada una de ellas representa un posible impacto que se pondera en forma individual de acuerdo con dos criterios:

Magnitud: En una escala de valores de -5 a +5 se señala si se trata de un impacto positivo o negativo; el valor absoluto del número revela la magnitud de la alteración provocada en el factor correspondiente, con referencia a la situación inicial del predio y del proceso institucional relevante. Aquí, puede decirse que se trata de una evaluación con cierto grado de objetividad, ya que puede basarse en criterios cuantitativos.

Importancia: En una escala de valores de 1 a 5, se señala el significado o la jerarquía del factor que es afectado. Evidentemente es una apreciación normativa sujeta a cierta subjetividad, que se atribuye al "interés" de la ciudad. Es obvio que esta cifra será constante para cada factor, independientemente del elemento o proceso del proyecto que le ejerza alguna influencia.

En principio, una matriz del tipo Leopold puede reflejar, además de la importancia y magnitud de un impacto, factores de probabilidad, duración, reversibilidad y factibilidad de mitigación; sin embargo, tales ejercicios sólo son procedentes en estudios de modalidad específica y para proyectos y circunstancias ecológicas que no se presentan en ámbitos urbanos.

Las cuadrículas pueden ser llenadas también con elementos nominales, ordinales, intervalos, tasas o razones, o bien, incluso con valores monetarios o energéticos (pesos o kilocalorías, por ejemplo), lo cual resultaría ideal dado que se tendría una unidad de cuenta común que permitiría una mayor libertad de análisis. Sin embargo, son muchas las dificultades de valoración en estos términos (Pearce, 1989), y cualquier intento de abordarlas está fuera del alcance del presente estudio. A pesar de la ponderación de los componentes en relación con la totalidad ambiental, urbana, insti-

tucional y social, los valores de las distintas cuadrículas no admiten adiciones ni operaciones matemáticas, como por ejemplo, manipulaciones en álgebra lineal para obtener efectos directos e indirectos de “*n*” orden; aunque sí permiten la comparación entre las cuadrículas correspondientes de matrices diferentes. Esta característica puede ser de gran utilidad para comparar proyectos alternativos. En algunos casos se recurre a la construcción de “macroíndices” que intentan captar en una sola cifra la magnitud agregada de los impactos provocados por un proyecto. Sin embargo, esto es bastante controvertido, ya que puede distorsionar el análisis encubriendo muchos de sus aspectos específicos más relevantes.

DEFINICIÓN DE LA MATRIZ

Definir una matriz implica seleccionar, agregar o desagregar elementos y procesos del proyecto (construcción) y de la actividad institucional ulterior (operación), que puedan plantear alguna afectación a un conjunto de factores que se consideran importantes. En nuestro caso, estos últimos pueden ser de carácter estrictamente ambiental, urbano, socioeconómico, cultural y de servicios e infraestructura.

Elementos o procesos del proyecto

Etapa de construcción:

- (a1) movimiento de tierras,
- (a2) demolición,
- (a3) edificación,
- (a4) servicios,
- (a5) construcción (global).

Etapa de operación:

- (a7) acceso,
- (a8) actividad institucional interna,

- (a9) servicios,
- (a14) operación global.

Aquí resalta la inclusión de dos conceptos: construcción global y operación global, que intentan captar efectos en magnitud e importancia que no es posible o conveniente adjudicárselos a alguno de sus componentes específicos.

Factores ambientales, urbanos, socioeconómicos, culturales y de servicios o infraestructura urbana

Este conjunto de factores se ha seleccionado tratando de reflejar los intereses más sentidos de la ciudad en materia ambiental, urbana, socioeconómica, cultural y de servicios públicos, y corresponde con el listado de bienes y servicios ambientales (Q) que se ha utilizado en apartados anteriores. Su *importancia* coincide con la ponderación (m_i) propuesta para el ejercicio de calificación ambiental de algún predio urbano, y, es absoluta e independiente del proceso que los confronte o los pueda afectar. Por ello, no varía ante diferentes acciones de construcción u operación del proyecto. Conviene incluir ahora, el parámetro de "importancia" para cada uno (de 1 a 5), antes de visualizarlo dentro de la matriz. El parámetro de importancia se fija entre corchetes en el listado que sigue, atendiendo a una interpretación libre y subjetiva (difícilmente podría ser de otra forma) de los problemas, necesidades, condiciones y preferencias sociales en la ciudad por cada uno de estos factores, tomando en cuenta su carácter crítico para la sustentabilidad y equilibrio urbano o su significado en cuanto a lo que normalmente se entiende por calidad de vida.

Factores ambientales:

- (f1) flora, [3]
- (f2) fauna, [2]
- (f3) suelo, [1]
- (f4) aguas residuales, [3]
- (f5) desechos, [2]

- (f6) residuos peligrosos, [3]
- (f7) ruido, [1]
- (f8) calidad del aire en el sitio, [2]
- (f9) calidad del aire en la ZMCM, [5]
- (f10) energía, [5]
- (f11) recarga de acuíferos, [4]
- (f12) ecosistemas especiales. [2]

Factores urbanos:

- (f13) bienes públicos, [5]
- (f14) paisaje urbano, [5]
- (f15) uso del suelo, [5]
- (f16) recreación, [2]
- (f17) riesgos. [2]

Factores socioeconómicos:

- (f18) empleo, [3]
- (f19) ingresos, [3]
- (f20) impuestos. [3]

Factores culturales:

- (f21) culturales, [2]
- (f22) patrimonio histórico. [2]

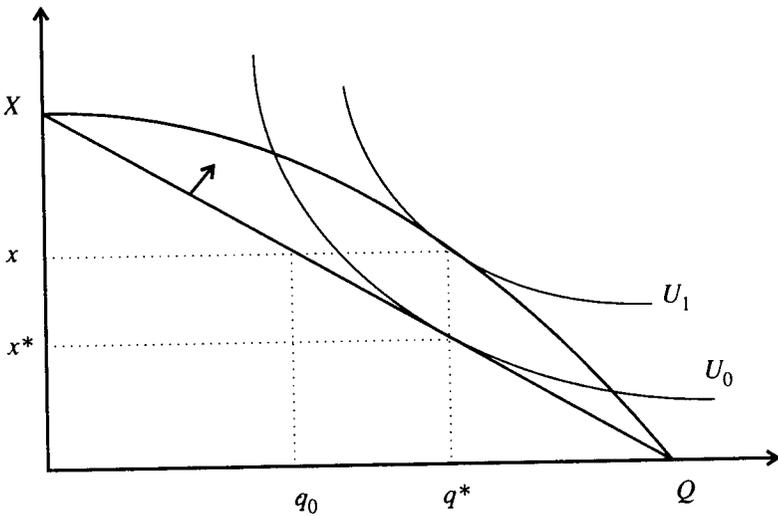
Factores de infraestructura y servicios urbanos:

- (f23) transporte público, [2]
- (f24) vialidad, [2]
- (f25) agua potable, [3]
- (f26) drenaje. [1]

Después de realizada la valoración de impactos, se procede a identificar y a sugerir medidas de mitigación para reducirlos o compensarlos. Esto se interpreta como la posibilidad de modificar la función de transformación técnica a través de cambios en la

“tecnología” [$x = s(q)$] que permitan alcanzar una curva de indiferencia superior de la función de utilidad social U ; según se ilustra en la gráfica 4. Es evidente que, en caso de que el proyecto no hubiera satisfecho el primer criterio de aceptación ($x = x^*$) y ($q = q^*$), en este momento, las medidas de mejoramiento tecnológico o de mitigación podrían compensar la diferencia entre q^* y q para de esa forma ubicarlo en una condición aceptable desde el punto de vista social.

GRÁFICA 4



Es claro que siempre estará la opción, por otro lado, de modificar el proyecto ajustando su intensidad en el uso del suelo hasta el punto en que $x = x^*$. Como es de suponerse, la mejor decisión va a depender de criterios basados en el costo relativo entre la mejoras tecnológicas y el costo de oportunidad del suelo.

MÉTODO

Para terminar con una propuesta practicable, sugerimos una metodología sencilla que conjugue los principios y conceptos anteriores con contenidos solicitados habitualmente por Sedesol. De esta forma, contaremos con lineamientos de evaluación de impacto ambiental adaptados a las necesidades metropolitanas.

1. Marco de referencia

Definición de un marco histórico, urbano, ambiental e institucional específico del proyecto, delimitado por elementos y procesos que puedan ser relevantes como referencia de evaluación.

1.1 Horizonte histórico:

- patrimonio histórico,
- condiciones ecológicas originales (flora, fauna, agroecosistemas).

1.2 Ambiente biofísico:

- vegetación (en su caso),
- geología,
- clima,
- suelos,
- calidad del aire.

1.3 Entorno social:

- población,
- perfiles socioeconómicos,
- dinámica demográfica.

1.4 Situación institucional:

- marcos espaciales de actividad.

2. Análisis del sitio

2.1 Ordenamiento urbano:

- zonificación primaria,
- zonificación secundaria,
- intensidad,
- densidad,
- zonas especiales de desarrollo controlado (en su caso),
- normas complementarias.

2.2 Infraestructura urbana:

- agua,
- drenaje,
- transporte,
- vialidades.

2.3 Elementos económicos:

- impuestos prediales vigentes en la zona y en el sitio,
- costos promedio del suelo.

2.4 Bienes y servicios ambientales, en un sentido amplio, de acuerdo con las bases conceptuales establecidas, prestados por el predio en su estado original (Q). Aquí, se incluye el análisis y la valoración de aspectos como:

- balance hidrológico (recarga de acuíferos, consumo, descargas),
- vegetación (calidad, edad, valor patrimonial, valor ecológico),
- fauna (aves, reptiles, mamíferos no nocivos),
- desechos, descargas, emisiones,
- condiciones públicas/privadas de uso y acceso,
- factores urbanos (uso del suelo, recreación, riesgos, infraestructura),
- factores culturales,
- factores socioeconómicos.

2.5 Calificación ambiental del predio y cálculo del costo de oportunidad.

2.6 Obtención de criterios óptimos de asignación del suelo en el sitio (desarrollo inmobiliario y conservación).

3. El proyecto

Acopio y sistematización de toda la información relevante del proyecto en sus momentos de construcción, operación y mantenimiento:

3.1 Construcción:

- tipo de obra civil,
- localización y superficie de la zona o zonas que serán afectadas por la preparación del terreno,
- equipo,
- material,
- obras y servicios de apoyo,
- requerimientos de energía,
- requerimientos de agua,
- residuos generados,
- medidas de seguridad y planes de emergencia.

3.2 Operación y mantenimiento:

- materias primas e insumos,
- recursos naturales del área que serán aprovechados,
- forma y características de transportación y almacenamiento de materias primas o insumos utilizados,
- requerimientos de energía eléctrica,
- requerimientos de combustible,
- requerimientos de agua cruda y potable,
- generación, tratamiento y disposición de aguas residuales,
- generación, tratamiento y disposición de residuos sólidos,
- factibilidad de reciclaje,

- niveles de ruido,
- prevención de accidentes y planes de emergencia.

4. Evaluación de impactos

4.1. Evaluación de impactos ($Q - q^$) incluyendo marco espacial de actividades y efectos económicos locales, estableciendo conexiones y relaciones de causalidad, que se formalizan en matrices. De esta forma se obtiene un tejido analítico donde se pueden trazar causas y consecuencias. En ese tejido van a resaltar nodos y se van a jerarquizar impactos (externalidades) cuantitativa o cualitativamente importantes.*

5. Mitigación y potencialización ambiental

6. Dictamen

CONSIDERACIONES FINALES

Hemos tratado de desarrollar una metodología para evaluación de impactos ambientales de obras y proyectos inmobiliarios, que aunque conserva el formato clásico de las matrices de integración del tipo Leopold, ofrece una nueva perspectiva y nuevos elementos de juicio para tomar decisiones en el ámbito metropolitano. Esto se debe a la introducción de criterios de ordenamiento territorial y planeación de usos de suelo, como los vigentes en la ciudad de México, y de ponderación de los bienes y servicios ambientales prestados por algún predio, a la luz de los costos de oportunidad inherentes a su circunstancia urbana e inmobiliaria específica. Igualmente, se ha intentado aplicar un procedimiento de optimización, a partir de una función de utilidad social, que nos arroja criterios sobre la asignación del suelo urbano como recurso escaso entre dos fines alternativos, como lo son el desarrollo inmobiliario y la conservación para fines ambientales. Se han incluido también, consideraciones sobre los efectos económicos locales de los proyec-

tos urbanos, con objeto de captar con mayor amplitud sus influencias positivas o negativas en el entorno metropolitano. Advirtiendo que en la ciudad, los efectos de un proyecto se transmiten sectorial y geográficamente con relativa intensidad a través de una densa trama de relaciones que conectan lo ambiental con lo urbano y lo económico, se ha propuesto un análisis sobre el marco espacial de los procesos institucionales que subyacen en cada proyecto. Éste se puede reflejar en diferentes intensidades de uso de la infraestructura metropolitana y de las capacidades de carga de sus sistemas biofísicos, como es el caso de la atmósfera.

Con estos elementos se desarrollan y enriquecen las matrices típicamente utilizadas en la evaluación de impacto ambiental, adaptándose a las condiciones específicas urbanas y ambientales de los espacios metropolitanos.

Éstas, han sido reflexiones y propuestas preliminares que, sin duda deben adquirir un mayor nivel de formalidad y objetividad. Una de las líneas de investigación más atractivas será la construcción de metodologías de evaluación, a través de métodos continuos o indirectos, que permitan un análisis más consistente en términos de costos y beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

- Cropper, M. y W. Oates, "Environmental Economics: A Survey", en *Journal of Economic Literature*, junio de 1992.
- DDF, *Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*, México, 1987.
- Henderson, J. y R. Quandt, *Microeconomic Theory*, McGraw-Hill, 1980.
- Martínez, L., "Modèles de Localisation Optimale dans une Ville Multicentrique", tesis doctoral, Universidad de París X, 1993.
- Pearce, D., *Blueprint for a Green Economy*, Londres, Earthscan, 1989.
- Quadri, G., *Evaluación de Impacto Ambiental del Centro Nacional de las Artes*, México, Conaculta, 1983.
- Secofi, "Acuerdos Paralelos al TLC", mimeo., México, 1993.
- Sedue, *Gaceta Ecológica*, México, 1989.
- Varian, H., *Microeconomic Analysis*, Norton, 1980.
- UAM, *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*, México, 1985.
- Westman, W., *Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning*, John Wiley, 1985.

EL MEDIO AMBIENTE EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES: PROBLEMAS Y SOLUCIONES A NIVEL DE LA GESTIÓN PÚBLICA*

ALBERTO MORÁN

*Instituto Nacional de la Administración Pública,
Presidencia de la Nación Argentina*

EL MEDIO AMBIENTE URBANO

En 1950 sólo 29% de las personas en el mundo vivían en las ciudades, y sólo dos megaciudades, Londres y Nueva York, tenían más de 8 millones de habitantes; en 1990 ya hay 20 de estas grandes ciudades y la población urbana alcanza 45 por ciento.

La República Argentina es uno de los países más urbanizados del mundo, pues 86% de la población es considerada urbana. En ella nacen 1 770 niños por día, de los cuales 1 718 vivirán, con una esperanza de vida de 71 años de los cuales 1 478 habitarán alguna de sus ciudades.¹

El 45% de la población nacional se encuentra sobre las márgenes derechas de los ríos Paraná y de la Plata, en los 400 km que van de la ciudad de Rosario hasta la de La Plata y que, en conjunto, representan 2% del territorio nacional.

Las ciudades argentinas se formaron, crecieron y se consolidaron sin tener en cuenta las características físicas del lugar de asentamiento e ignorando completamente la dinámica natural del medio físico y biológico. Así pues, en ellas se desarrolló una

* Ponencia presentada en el seminario, Medio Ambiente: Problemas y Soluciones, El Colegio de México-Fundación Konrad Adenauer, ciudad de México, diciembre de 1992.

¹ El crecimiento demográfico es de 1.2% anual y la tasa de mortalidad infantil de 29 por mil.

relación forzada y precaria entre la sociedad y el medio físico: la adaptación del hombre al medio llevó al condicionamiento del medio, que a su vez condicionó al propio hombre.

Además, las ciudades del país han tenido un desarrollo urbano disparado. Por ejemplo, frente a los enormes acueductos de Comodoro, Rivadavia, Puerto Madryn y San Antonio Oeste, están ciudades como Resistencia y Formosas, que carecen de obras hidráulicas y que, en consecuencia, sufren de inundaciones periódicas. También hay ciudades enclavadas en el árido sin capacidad energética periurbana y sin los recursos necesarios para sostener siquiera la producción de alimentos para la dieta corriente.

TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y REPERCUSIONES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE URBANO

Como el resto de Latinoamérica, Argentina ha estado influida por el modelo de desarrollo de la colonización española. En aquella época la región fue considerada como una verdadera chacra gigante, donde cada país o zona fue entendida como productora de algún recurso natural y en donde se implantó un esquema de monocultivo y monomercado.

A su vez, dentro de cada país se propuso un modelo basado en los polos de desarrollo, tal vez apropiado para países con poca superficie territorial, pero conflictivo para aquellos de gran extensión. El resultado acumulado de este tipo de pautas de desarrollo fue la inadecuada ocupación del territorio y el consecuente abuso del ambiente.

La centralización del poder político y económico en los mencionados polos de desarrollo llevaron a la marginación de enormes áreas que fueron empujando a sus pobladores hacia ellos, que por sí sólo ya poseían impulsos para su crecimiento. Uno de estos polos ha sido Buenos Aires: la ciudad puerto, enclavada en la pampa húmeda, una de las zonas más ricas del mundo en recursos naturales. En ella se implantó un modelo de explotación agropecuaria basado en tal riqueza, con su consecuente abuso. Además, este estilo de desarrollo se aplicó a la

ampliación de la frontera agropecuaria, transfiriendo su tecnología de una manera acrítica.

Reflejo de estos procesos es la concentración de Buenos Aires, cuya zona metropolitana alberga a una tercera parte de la población del país, no obstante ocupar tan sólo 1.5% del territorio nacional.

En esta zona hay una contradicción, pues en sus áreas marginadas y no ocupadas adecuadamente no existe un soporte energético para permitir un crecimiento poblacional —o sea que no existen las bases para un desarrollo sustentable— y en la zona donde sí lo hay, el desmesurado crecimiento poblacional ha impedido que pueda brindarse la infraestructura vital básica que garantice una adecuada calidad de vida. En el área metropolitana de Buenos Aires (AMBA en adelante), donde está incluida la capital federal, desde el punto de vista ecológico, aunque no político, aparecen distintos conflictos ambientales que provocan un estado caracterizado por niveles de alta entropía. Estos conflictos son habitualmente resumidos al nivel del medio ambiente producto (indicadores de los medios físicos, químicos, biológicos o sociales). Sin embargo, desde una perspectiva sistémica, hay otros que se presentan en los planos de los insumos para el manejo del ambiente, de sus procesos (tanto productivos como de gestión), de los mecanismos de control y de retroalimentación informativa del sistema.

LA DEGRADACIÓN DEL MEDIO BIOFÍSICO EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Cuando se fundó Buenos Aires, nadie hablaba de ecología, pero la elección del lugar no podría haber sido más feliz (y sabia) pues era ideal para sostener una población. Así entonces, fue afortunado situar la ciudad en plena pampa húmeda, en la costa de un río capaz de proveer agua de excelente calidad (y recibir los desechos) y cruzada por buenos aires para limpiar cualquier impureza que pudiera eliminarse de la atmósfera.

Han pasado muchos años y la pampa, el río y el aire siguen soportando estoicamente el mismo trato utilitario; pero con una sustancial diferencia: un desmesurado aumento en la cantidad de gente y en la diversidad de las fuentes de contaminación.

Contaminación del aire

El enclave de la ciudad en la costa de uno de los ríos con mayor capacidad de autodepuración y en una pampa ondulada con fuertes vientos la ubica en una situación distinta a ciudades mediterráneas, situadas entre montañas sin circulación. En la actualidad la ciudad posee niveles de partículas en suspensión dentro de los aceptables internacionalmente, con picos de alarma en determinados horarios y en zonas de gran concentración vehicular.

Utilizando una metodología de muestreo de alto volumen en la zona céntrica se presenta un índice de oscurecimiento con unidades COH/1000 pie lineal máximo de 7.70 y mínimo de 0.10 y con un promedio de 3.00. La contaminación atmosférica es producida por los automotores en 80% y el resto por fuentes fijas. Hace más de diez años se dejó de incinerar la basura a nivel masivo y domiciliario, al imponerse como alternativas el relleno sanitario y la compactación. Quedan como grandes fuentes fijas de contaminantes atmosféricos las usinas térmicas; el plomo, óxidos de azufre y nitrógeno, oxidantes y aldehídos no superan los límites admisibles y tienen una tendencia estable.

Contaminación del agua

Las aguas superficiales

Es necesario decir que los datos no son insuficientes y se carece de estudios sistematizados en el tiempo y en el espacio para efectuar lo que podría ser una aproximación científica al tema. No obstante, la información existente evidencia una situación de gravedad.

En el AMBA, si bien las distintas fuentes superficiales presentan niveles diferentes de contaminación; todos están degradados.

El río Matanza en su nacimiento posee un DBO:5 y concentración de oxígeno disuelto de 8.4%, mientras que en la desembocadura al Río de la Plata —cuando define al límite sur de la ciudad de Buenos Aires y recibe el nombre de Riachuelo— posee un DBO cercano a 100 y, lógicamente, oxígeno disuelto de 0. Además, ahí posee altos contenidos de metales pesados como el cromo, que

llega a exceder los 2.5 mg/l. El río Reconquista presenta un cuadro similar: el volcado de camiones y efluentes industriales, hacen que alcance frecuentemente un DBO:200. Este río, que aporta 33% de la contaminación al Río de la Plata, presenta valores de 0.018 mg/l de mercurio (mientras que la Organización Mundial de la Salud, OMS, no admite más de 0.001mg/l). Por su parte, un afluente del río Reconquista, el arroyo Morón, presenta valores de 0.135 mg/l de plomo (según la OMS el máximo permisible es de 0.05 mg/l). En el Río de la Plata sería deseable encontrar valores de 100 bacterias coliformes cada 100 ml; pero en la realidad la cifra para la costa es de 500 000, la correspondiente a una altura de 1 500 metros es de 250 000 y el valor a una de 3 000 es de hasta 100 000. Más allá de estos valores puntuales estamos en presencia de una situación compleja; ya que la interacción de factores y elementos afecta en su conjunto a la salud, la economía, la cultura, la psicología individual y social, la fauna, la flora y al equilibrio ecológico en su conjunto.

Las aguas subterráneas

La principal fuente de provisión de agua subterránea la constituye el subacuífero Puelche con un espesor de 20 a 35 metros y con una secuencia inferior de arenas cuarzosas medianas y finas. Si bien es el acuífero que se encuentra en mejores condiciones, presenta signos de contaminación orgánica en ciertas zonas, avance del frente salino y sobreexplotación. El último fenómeno ha provocado la reducción de la reserva y, en consecuencia, ha deteriorado la aptitud del agua. Así es que, para no seguir sobreexplotando al recurso habría que equilibrar la extracción (50 hm³/año) con la recarga (33 hm³/año).

El subacuífero Hipopuelche o napa freática presenta altos índices de contaminación bacteriana, un alto contenido salino, por lo que es prácticamente inutilizable.

En el AMBA son producidos 500 000 m³/día de efluentes industriales por 3 297 establecimientos y se estima que sólo entre 15 y 20% de ellos poseen plantas de tratamiento.

En el AMBA están radicados cerca de 55 000 establecimientos y se producen 4 000 Tn/año de residuos, pero 85% de la contaminación es provocada sólo por 206 establecimientos.

Cuadro 1
Generación de residuos industriales AMBA (Tn)
7 300 establecimientos

Sólidos peligrosos	300 000
Lodos tóxicos	250 000
Líquidos con metales pesados	120 000
Solventes	500 000

CUADRO 2
Generación de residuos industriales

<i>Industria</i>	<i>Descarga miles m³/día</i>	<i>Pobl. eq.DBO</i>
Alimentos, bebida y tabaco	2.774	4.45
Papel, químicos petróleo	629.0	4.56
Textil y curtiembres	249.0	1.06
Metalúrgicos	90.0	3.89

Por último, el principal contaminador de material orgánico (30% del total general), es el propio estado, ya que los efluentes cloacales (35 m³/seg) se vuelcan al Río de la Plata sin ningún tratamiento.

Contaminación por ruido

Como en otras urbes, el principal productor de ruido es el tránsito automotor: con un nivel sonoro de 75 a 80 dB(A) en las arterias de alta densidad vehicular, de 75 a 70 dB(A) en las de densidad media y con 65 a 70 dB(A) en las de baja densidad.

Los centros de actividades recreativas —sean artísticas o deportivas— también producen contaminación por ruido, y las molestias que ello provoca son causa de la mala planificación urbana. Por último, en las fuentes fijas no hay conflictos (muestra de ello es que prácticamente no existen establecimientos infraccionados ni quejas).

El arbolado público

La ciudad de Buenos Aires posee 530 000 ejemplares de árboles de distintas especies; llegó a tener cerca de 750 000, pero ha sufrido un proceso de deforestación desde la década de los sesenta, que sólo comenzó a revertirse levemente a partir de 1990. Actualmente son plantados por año 14 000 ejemplares para sustituir a los 7 000 ejemplares extraídos. Sin embargo, en realidad son 41 000 los que deberían ser sustituidos pues 27 000 están huecos o carcomidos, 11 000 están secos y 3 000 corren riesgo de caerse o están sumamente inclinados.

Los espacios verdes

La superficie de espacios verdes de uso público y gratuito (parques, plazas, jardines y plazoletas) llega a las 860 ha, con una relación de 3.27 m²/habitante. El porcentaje se amplía si se considera a la reserva ecológica, un área protegida por la zona de Ordenanza de 360 hectáreas.

En realidad, gran parte de lo que fue espacio verde público fue invadido por el espacio verde privado o por la cementización. Así, por ejemplo, el parque Tres de Febrero (conocido también como los Bosques de Palermo) nació con 699 hectáreas y en la actualidad sólo posee 178.

EL CONFLICTO AMBIENTAL URBANO

Hoy en día el Área Metropolitana de Buenos Aires está presionada por cuatro fantasmas ecológicos que amenazan a las ciudades latino-americanas: el crecimiento físico incontrolado, la presión demográfica, la falta de infraestructura de saneamiento básico y la pobreza.

A su vez, son reconocidos como principales desafíos ambientales en la administración de los grandes centros urbanos, a saber:

- la provisión de agua potable en cantidad y calidad;
- la red de desagües cloacales;

- la recolección y disposición de residuos sólidos;
- el control de la contaminación del agua;
- el control de la contaminación del aire;
- el control del ruido;
- la conservación de los espacios verdes;
- la conservación del arbolado público;
- la optimización de la capacidad de respuesta ante catástrofes naturales;
- el control de plagas;
- el control de la calidad de los alimentos.

También pueden identificarse las principales dificultades para instrumentar una política ambiental en la ciudad de Buenos Aires y en otras de Argentina y Latinoamérica. Éstas tienen que ver con las siguientes causas esenciales del deterioro del medio ambiente:

- los efectos del modelo de desarrollo;
- la inadecuada ocupación del territorio;
- la intrascendencia política del tema;
- el ineficiente marco normativo;
- la desjerarquización del aparato institucional;
- la superposición jurisdiccional;
- el retraso tecnológico;
- la centralización del poder;
- la excesiva burocracia;
- la falta de información confiable;
- la incomunicación social;
- la corrupción;
- la crisis económica y deuda externa;
- la inestabilidad político-institucional;
- la desarticulación entre los poderes del Estado.

LA CALIDAD DE VIDA URBANA

Durante los últimos veinte años el aparato para la gestión ambiental en Argentina y otros países de la región ha vivido una lucha

permanente entre la jerarquización y la desjerarquización, entre la centralización y la atomización; siempre sucumbiendo ante las presiones de los poderes sectoriales establecidos desde mucho tiempo antes. Por otra parte, a pesar de que casi la totalidad de la clase dirigente ha incorporado a su discurso palabras como ecología, medio ambiente o calidad de vida, las muestras concretas e inequívocas de esa voluntad de cambio no han sido abundantes. La calidad de la vida generalmente no es entendida como la capacidad de una comunidad para satisfacer sus necesidades o deseos a través de su esfuerzo y de los recursos del territorio que ocupa, sino como un estatus alcanzable a través de caminos aleatorios. La noción "calidad de la vida" rescata dos ejes fundamentales del desarrollo económico y social: la adecuada utilización de la energía disponible y la conservación del medio ambiente. Sin embargo, estos elementos por sí solos carecerían de significado si no se les sumara un tercero, integrador, que es el estilo de desarrollo traducido en términos de política y concretado a través de instrumentos.

La mayoría de los países latinoamericanos padecen aún las consecuencias de sus atormentadas historias de inestabilidad político-institucional, a las que se suman la profunda crisis económica en la que se encuentra la región. El resultado de esta inestabilidad es que la región ha estado condenada a funcionar con elevados niveles de desorden; con elevada entropía. Esto significa que si en ella predomina un modelo abstracto que no conlleva la utilización prudente de los recursos naturales, en la práctica, la irracionalidad de su uso se agrava.

Por todas estas razones resulta insuficiente para elaborar un diagnóstico ambiental, el circunscribirse a presentar el estado de deterioro de ciertos parámetros del medio ambiente. Es pues necesario completar el estudio incorporando los conflictos de la gestión ambiental. En otros términos, el argumento es que la propia gestión ambiental para atacar el problema es una parte importante del conflicto. Además, la brecha existente entre la idealización política de la resolución del conflicto y su puesta en práctica aparece por momentos como infranqueable. Un análisis de esta naturaleza, al incorporar nuevos elementos, abre nuevas dimensiones y, en definitiva, aumenta su complejidad.

En lo que sigue se presentará, en forma somera, una manera de aproximarse a estas cuestiones. Esto con base en la experiencia recogida en el estudio de la gestión ambiental de la municipalidad de la ciudad de Buenos Aires, capital federal de la República Argentina.

PROBLEMAS EN LA INSTRUMENTACIÓN DE UNA POLÍTICA AMBIENTAL URBANA

Dificultades de orden político

En la medida en que no sea considerada una cuestión política de importancia, la dimensión ambiental no se incorporará en las estrategias de desarrollo urbano. El reconocimiento que los dirigentes políticos de ciertos países poseen acerca del tema ambiental, surge, en la mayoría de los casos, no de una cabal comprensión del problema, sino de la observación de algunos datos de la realidad mundial (por ejemplo, a raíz de los resultados de las cumbres de los ocho países más industrializados, de las conferencias de las Naciones Unidas, de la encíclica papal, de las demandas populares y de los pronunciamientos en los medios de comunicación).

Estos condicionantes han hecho que la mayoría de los gobernantes vean la conveniencia de incorporar a sus instancias de acción (sean federales, provinciales o locales) un área destinada a la gestión ambiental; lo cual va generalmente acompañado de la formulación de normatividades específicas. La realidad cotidiana permite demostrar que, en la mayoría de los casos, estos gestos no signifiquen una real valorización política de la cuestión. Los funcionarios afirman que no puede haber gente sana en una ciudad enferma, pero en orden de importancia la salud curativa sigue siendo la prioritaria. También mantienen que son necesarios espacios verdes urbanos, pero resulta difícil hacerlos entender que un parque sin ninguna construcción es un valor en sí mismo.

En este sentido es clara la ausencia de peso político que ha tenido el tema en el plano nacional. Sin embargo, la situación ha comenzado a revertirse en Argentina con la creación de la

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano, la formalización del Consejo Federal de Medio Ambiente y el reconocimiento político de la necesidad de acordar un Pacto Federal del Medio Ambiente.

Dificultades de orden técnico

Existen tres dificultades técnicas fundamentales para instrumentar un programa de protección del medio ambiente urbano: la falta de información centralizada, el atraso tecnológico y el inadecuado proceso de adopción tecnológica.

La información ambiental documental o fáctica se halla dispersa y atomizada, cuando no ausente. En general es de origen secundario y su obtención no es sistemática en el tiempo ni en el espacio.

Aunque existen patrones internacionales para los métodos de captura de información y para estandarizar las unidades de medición, tales lineamientos no se respetan en muchas ocasiones. En sentido estricto los municipios no cuentan con información confiable para la toma de decisiones ambientales. Esto se debe a que la información no es recabada en forma rigurosa, lo que impide, además, que sea comparable con la de otras unidades municipales.

En muchos casos la opinión pública se forma a partir de información secundaria de fuentes ignotas aparecidas en los medios de comunicación. Muchas veces los medios se circunscriben a proporcionar los datos alarmantes, en boca de personas no conocedoras del asunto.

La segunda dificultad técnica es el atraso tecnológico prevalente en Argentina, cuyas causas principales son la crisis económica y la ausencia de desarrollo de tecnología apropiada. La crisis ha repercutido en los presupuestos gubernamentales, cada vez más magros, que se destinan para los salarios del personal y para mantener funcionando el sistema burocrático a través de la provisión de los insumos básicos, quedando la incorporación tecnológica innovadora para épocas mejores.

A su vez, y como veremos en la discusión de la perspectiva económica, existe una tendencia cultural basada en la idea del Estado sobreprotector, noción que tiende a descartar cualquier

posibilidad de autosostenimiento del sistema. Esto se puede sintetizar con la siguiente frase, "lo que no tiene como origen el presupuesto, no existe".

En cuanto a la ausencia de desarrollo de tecnología apropiada para la protección del medio ambiente, podemos decir que hay un sesgo surgido de las características de nuestro sistema científico-tecnológico. Tal sesgo se explica por: *a*) un perfil bastante rígido del mismo en lo que respecta a investigación científica relacionada con la salud y la biología; *b*) la falta de difusión de los resultados y avances de la actividad científica, y *c*) la incapacidad expresa de las ciencias exactas y naturales para tratar temas que se aproximen a realidades sociales y políticas. Por último, se puede decir que existen demandas tecnológicas muy precisas desde hace años, pero que el sistema científico-tecnológico no ha sido capaz de responder.

Además de lo anterior, las limitaciones presupuestarias han propiciado que se busque ayuda externa para incorporar nueva tecnología y este proceso muchas veces dista de ser eficiente. Existe un ejemplo muy elocuente en la ciudad de Buenos Aires. La usina incineradora de residuos domiciliarios, que después de construida no pudo ponerse en funcionamiento (lo que generó un conflicto judicial que se mantiene, luego de más de una década) por no reunir los residuos las condiciones de humedad y poder calorífico adecuados.

Sería ilustrativo e informativo revisar cuáles son los mecanismos institucionales para evaluar y efectuar una incorporación tecnológica en los distintos gobiernos locales.

Las dificultades burocráticas

Las estructuras burocráticas, con mayor o menor perfil técnico, tanto en los planos local como provincial, se han conformado con el aporte de dos vertientes fundamentales: el personal existente y el personal incorporado con motivo de la creación del aparato para la gestión ambiental. Uno de los principales conflictos es que los equipos se forman a partir de los planteles sectoriales ya existentes, al que se le añaden funciones. Es el caso de la municipalidad de la ciudad de Buenos Aires, que se ha conformado a

partir de: la Dirección de Parques y Paseos, la Dirección de Limpieza Urbana (obras públicas), Control Ambiental (salud pública e inspección general), Bromatología (salud pública), Jardín Zoológico (cultura), Política Ambiental y Reserva Ecológica (personal asignado especialmente).

A esta mezcla de criterios y modos burocráticos se suma el hecho de que, durante muchos años, en Argentina, la administración pública ha funcionado políticamente como esponja para absorber desocupados.

Además, los planteles son numerosos en algunas áreas e insuficientes en otras; de alta profesionalidad en unas y de marcada ineficiencia técnica en otras; demasiado inexpertos en unas y envejecidos en otras; sobrecargados de trabajo en unas y sub-utilizados en otras. Una forma de ilustrar la situación es: ¿cómo transformar la biomasa de un gordo lento en un muy pequeño grupo de ágiles atletas? Pero más allá de los problemas de personal, los criterios, procedimientos y trámites burocráticos son anacrónicos, y en la práctica, no contribuyen al servicio de la comunidad.

Nuevamente, de la estructura burocrática prevaleciente surgen las carencias de tipo informativo, como la ausencia de instancias centralizadoras de información y la lentitud en su recuperación. Esto hace que la preparación de informes, la producción de estadísticas, la búsqueda de expedientes o la respuesta a cualquier eventualidad informativa sean un verdadero martirio para los encargados de la tarea y para el usuario de la información (sea este público en general o funcionario de cualquier rango).

Por último, las trabas burocráticas son la causa principal de la baja participación comunitaria en la conservación del ambiente; sin información y sin mecanismos apropiados es muy difícil incorporar al ciudadano a una tarea tan compleja.

Dificultades en la comunicación social

Íntimamente relacionadas con las formas de participación aparecen las dificultades de comunicación social. La posibilidad de fracaso de los propósitos de conservación del medio ambiente en el plano local aumenta considerablemente si no hay participación

de la comunidad. El involucramiento de la sociedad civil puede adoptar las formas y modalidades más diversas: desde el control individual de no arrojar una sustancia tóxica en el sanitario, hasta el compromiso empresarial de unirse al gobierno en la protección del ambiente, aumentando su eficiencia en el control de los efluentes industriales. Pero para ello se debe mantener informada a la comunidad en su conjunto, sobre los actos de gobierno. Esta acción debe incluir la comunicación de los problemas, las catástrofes, sin alarma, así como los avances en lo cotidiano.

El movimiento social sobre el medio ambiente ha acompañado al desarrollo urbano como furgón de cola, haciendo públicas sus quejas. Los medios de comunicación las han recogido y expresado de manera espectacular, lo cual ha generado, en ocasiones, reacciones oportunas, pero en otras, falsas alarmas. Frente al terrorismo informativo, la comunicación formativa, moderada y con datos certeros es escasa.

Así pues, la gestión ambiental enfrenta el reto de hacer atractiva para los medios la difusión de información formativa (especialmente sin presupuesto publicitario), y de lograr que comunique una alerta ecológica sin generar pánico en la comunidad.

Dificultades de orden jurídico-normativo

Los problemas ambientales no se solucionan sólo con el dictado de leyes, decretos u ordenanzas. Es común que los gobernantes crean poder modificar la realidad por decreto. A esto se suma el opaco papel de los legisladores, quienes muchas veces piden informes sobre el funcionamiento del departamento ejecutivo municipal y dictan ordenanzas sin información adecuada sobre la realidad. Además, en algunos casos, los logros se presentan como triunfos personales más que como genuinos aportes a la comunidad. Pero más allá de la eficiencia y eficacia de las medidas de protección, está el inconveniente del poder ejecutivo de conciliar permanentemente intereses opuestos.

Es evidente que se hace realmente necesario buscar formas alternativas de articulación del funcionamiento de los distintos poderes para una efectiva acción ambiental.

La legislación medioambiental es una herramienta útil en la medida en que es concebida de forma coherente con la dinámica de desarrollo.

La ciudad de Buenos Aires está enclavada en un área metropolitana que representa 1.5% del territorio nacional, pero que alberga a casi la mitad de la población total del país. A su vez, tal área está en la provincia de Buenos Aires, ubicada en la región central de la República Argentina y el límite sur de la ciudad está definido por el riachuelo, parte final del río Matanza que recorre 19 municipios.

En vez del establecimiento de políticas, legislaciones y aparato institucional integradores para toda la zona, se han superpuesto instancias normativas y operatorias de orden nacional, provincial y municipal, generando conflictos por superposición jurisdiccional que en la práctica se traduce en un vacío normativo real. Para poder impulsar instrumentalmente la política ambiental es necesario articular las normas e integrar las instancias. Un ejemplo muy notable de la ausencia de esta base es el tránsito y la disposición final de los residuos tóxicos y peligrosos; al respecto, la responsabilidad está tan dispersa y atomizada como los propios residuos.

En la ciudad de Buenos Aires existe la ordenanza número 39 027 denominada Código de Prevención de la Contaminación, aprobada en 1980. En 1992 un grupo de trabajo comenzó a preparar una actualización, debido a que, no obstante ser una norma de gran valor preventivo y tal vez una de las mejores del país, adolecía de ciertos defectos de creación y no consideraba los cambios ambientales y tecnológicos de la última década. Sin embargo, y como en otras normas, en el código aparecen límites de emisión fijados sobre la base de valores impuestos en ciertas ciudades del mundo industrializado, o sea que los límites están simplemente copiados de los establecidos en otros países. En efecto, sin conocer precisamente la carga contaminante, sin considerar aspectos ligados al proceso de generación del medio ambiente, sin monitoreo del medio que permita estimar precisamente la contaminación de fondo, sin datos de epidemiología ambiental para ver la inmisión real, se fijó un límite de emisión.

A principios de 1991 fueron verificados en vía pública vehículos que utilizaban nafta como combustible (en esa época el límite

de emisión de monóxido de carbono era de 4.5%) y resultó que 66% de las unidades verificadas sobrepasaban el límite. A los pocos meses el Consejo Deliberante (órgano legislativo comunal) cambió tal límite a 2.5%, dando como resultado que, en 1992, 90% del parque automotor naftero infringía la norma. Así es que en los últimos cinco años los cambios decididos en los niveles de contaminación vehicular permitida no lograron reducirla; los hechos muestran que el límite no se puede bajar por ordenanza.

Tal vez lo deseable no sea tratar de imponer límites a partir de lo que se hace en otros países (es decir, sin considerar la realidad ambiental, social, económica y política, particular del país o ciudad en cuestión), sino copiar los procedimientos utilizados en los países con más experiencia.

Por último existe otra forma de competencia jurisdiccional y en la intraorganizacional, especialmente a nivel local. Cada gobierno municipal posee su estructura de secretarías, subsecretarías y direcciones, las cuales muchas veces compiten entre sí por la superposición de funciones. El asunto ambiental involucra, pues, varios aspectos del gobierno y genera conflictos de competencia. En otros términos, no hay política sectorial que no tenga influencia sobre el ambiente y no hay política ambiental que no posea influencia sobre todas las áreas de gobierno.

Dificultades de orden económico

La crisis económica de la región afecta la gestión ambiental. El pago de los intereses de la deuda externa que tienen los países de Latinoamérica compromete entre 35 y 40% de las divisas generadas, y esto se da en una situación de estancamiento en el crecimiento económico de la región.

Como en otros países, en Argentina se suma el fantasma de la inflación. El decrecimiento productivo histórico significó mayor desocupación y pobreza y ha sido una tarea difícil revertir tales procesos. Dentro de este marco resulta más problemática y costosa la incorporación de tecnología ambiental. Así, las actividades productivas que afectan al medio no generan recursos para disminuir sus efectos locales, y en caso de hacerlo no se utilizan para tal fin.

El fenómeno no ocurre solamente en la industria; un sencillo ejemplo son los puestos de venta de alimentos en los paseos públicos, cuyas rentas van a las cuentas generales de sus dueños y no se usan para conservar los lugares donde se establecen intermitentemente. Asimismo, los cobros por infracciones cometidas por la contaminación atmosférica de fuentes móviles o fijas van a sumarse rentas generales de gobierno y no se canalizan a cuestiones ambientales ni a la mejora tecnológica necesaria para mantener o incrementar la eficiencia de la fiscalización generadora de recursos.

No obstante que la alternativa de financiamiento externo para canalizarlo a los planes ambientales es conveniente, los procesos de otorgamiento son lentos. En los tiempos políticos en épocas de crisis, especialmente en países sin historia de estabilidad político-institucional, se hacen demasiado cortos los de la espera del financiamiento externo, en especial para proyectos de pequeña y mediana magnitud. Por otra parte, no siempre el dinero proveniente de tales fuentes se utiliza de una manera objetiva; como ejemplo de las cuestiones del agua en el área metropolitana de Buenos Aires se ha priorizado lo hidráulico (las inundaciones) frente a lo hídrico (la contaminación), y en este sentido se ha insistido en limpiar antes que dejar de ensuciar.

Dificultades de orden cultural y educativo

La pauta cultural de apropiación del medio de acuerdo con el modelo de desarrollo, se agrava debido al desprecio por el bien común. El pensar generalizado del ciudadano común, de que el medio físico resiste toda extracción y toda disposición de residuos, está unido a un desprecio por todo lo que signifique la propiedad compartida. Tanto la legislación como los gestos populares corrientes evidencian una desconsideración por lo que no le pertenece a nadie en particular. La educación ambiental desde el entorno de los escolares, es parte fundamental de un programa de concientización ciudadana respecto al valor de conservar el medio ambiente. En este sentido, se podría pensar que el desconocimiento sobre el medio, por la mayoría de los ciudadanos, se deba a que la

currícula educativa en Argentina posee pocos contenidos sobre ecología. Esto no es cierto si se toma en cuenta que los dos últimos años del ciclo primario y los dos primeros del ciclo básico secundario contienen todos los temas necesarios para la comprensión del entorno. El problema es que la forma de enseñarlos es en abstracto, frente a alumnos que aún no poseen pensamiento concreto acabado.

Por último, la mayoría de las organizaciones no gubernamentales canalizan sus esfuerzos en problemas distantes y generales, lo que en sí mismo es valioso, pero también deberían reservar parte de su trabajo a la solución de conflictos de su entorno inmediato.

LA CIUDAD COMO UNIDAD DE GESTIÓN

El nuevo concepto de salud pública

A partir de la década de los setenta se inició una nueva etapa para la salud pública en el mundo, probablemente a raíz de la crisis de los sistemas asistenciales debido a un aumento en sus costos y a su escasa incidencia en el nuevo patrón de enfermedades, además del auge del enfoque ecológico.

La salud pública, al ser entendida según la Organización Mundial de la Salud, como el completo estado de bienestar físico, psíquico y social, y no sólo como la ausencia de enfermedad, supuso una base para clarificar el concepto. Aun cuando la noción parezca utópica, hizo que la salud comenzara a ser entendida como algo más amplio, como emergente de la interrelación entre el hombre y su medio. Esto hizo posible que se desecharan los estrechos enfoques sectoriales, al integrarse los problemas de la salud con los del hábitat y el medio ambiente.

Así pues, hoy comienza a ser aceptado el hecho de que existen distintas dimensiones que conforman como un todo la compleja red de la salud pública. La nueva visión de la salud pública recoge su mejor pasado asistencialista sin dejar de criticar su presente y tomar en cuenta su futuro, con una fuerte apuesta a la prevención. Estudia, diagnostica y asiste a la unidad organística-individuo sin

olvidar otros niveles de organización como la pareja, la familia, la vecindad, el barrio, la población, la comunidad, etcétera.

La nueva salud pública avanza sobre viejas fronteras preestablecidas que separaban al hombre de su entorno; hoy no se acepta que pueda haber gente sana en una ciudad enferma. La salud como dimensión de la calidad de vida ya no se entiende como un valor óntico: de tener o no enfermedad. La calidad de la vida no deja de ser vista como un nivel o estatus, alcanzado mágicamente, sino como un proceso.

En estos nuevos términos, la salud pública se entiende en el marco del desarrollo social y económico, trascendiendo la importante, aunque simple e insuficiente asignación presupuestaria al sistema asistencial.

Una de las razones que explican la transformación de la forma de concebir el problema de la salud pública es la incorporación de los cambios vertiginosos entre la sociedad y su entorno, que han provocado un deterioro en la calidad de vida. Algunos de los fenómenos de salud que han procurado tal cambio de visión son: el aumento de la mortalidad por cánceres, enfermedades cardiovasculares y accidentes en la vía pública; la elevada difusión de disfunciones de origen psíquico, con la aparición de tóxico dependencias, suicidios, etc.; el aumento en las enfermedades degenerativas por envejecimiento de la población; la aparición de trastornos considerados antes como inevitables y que hoy, sin revestir gravedad inmediata, son causa de malestar y costos sociales, así como las altas tasas de mortalidad, que han sido sustituidas por las de morbilidad, con el consiguiente aumento en la proporción de enfermedades crónicas. Además, el cambio de enfoque en relación con la salud se basa en ciertos pilares básicos: el patrón actual de morbilidad, consecuencia de los estilos de vida, es en gran parte previsible; desde un punto de vista de utilización de la energía, resulta mucho más conveniente efectuar la gestión de salud a partir de unidades organísticas lo más grandes posibles. Con la nueva visión, también se recomienda que la gestión de la salud, además del individuo, debe tomar en cuenta a las otras unidades organísticas para la prevención, el diagnóstico y la asistencia, y la promoción de salud debe ir, desde el desarrollo de aptitudes personales que garanticen un estilo de vida saludable,

hasta el mejoramiento del medio ambiente como base elemental para lograr mejor calidad de vida.

El proceso de urbanización creciente, en el mundo y en Argentina, ha condicionado el estudio de la unidad organística a partir de la ciudad y ha provocado que comiencen a ser considerados seriamente sus problemas de salud y, en un sentido más restrictivo, sus enfermedades.

Con todo esto se ha llegado a la formulación de una serie de interrogantes, cuya respuesta es urgente. Ejemplo de ellas son las siguientes: ¿existe una ciudad sana? ¿Existe un barrio en una ciudad sana? ¿Puede haber gente sana en una ciudad enferma? ¿Cómo condicionan la salud los distintos niveles organísticos (individuo, pareja, familia, comunidad barrial o ciudadana), las actividades económicas, deportivas, culturales, educativas, recreativas, etc.?, y, en términos la salud, ¿cuál es el resultado de la combinación de los viejos criterios higienistas del pasado —aún no resueltos, que surgen de la pobreza y de la injusticia social— con otros de más reciente data como la contaminación del aire, el ruido, el hacinamiento, el “stress” urbano, etcétera?

EL APARATO INSTITUCIONAL PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL URBANA

Es evidente que no hay un área de gobierno que sola pueda encargarse de todos estos aspectos; en consecuencia, el complejo medioambiental debe ser entendido como una variable que corte o esté presente en todas las políticas sectoriales. Lamentablemente son muy pocos los dirigentes que piensan de esta manera, y que tengan capacidad para el manejo de las complejidades involucradas; por ello debe existir un área que nunca deje de hacerlo.

Condiciones del aparato de gestión ambiental urbana

Más allá de ciertos aspectos tecnológicos, de acuerdo con la singularidad local de la gestión ambiental urbana, existen ciertas condiciones deseables que facilitan su inserción y consolidación en la esfera del gobierno municipal. En síntesis, la gestión debe ser

políticamente importante y técnicamente eficiente; minimizar el burocratismo, ser autosustentable económicamente, y contar con un componente de comunicación social.

A medida que la variable ambiental esté incorporada definitivamente a la formulación de políticas públicas, deberá irse ajustando el nicho ecológico, de tal forma que sea cada día menos relevante en términos de la administración tradicional y más importante en cuanto a una administración moderna. En otros términos, las cuestiones sobre el medio ambiente pasarán de ser consideradas como un sector a ser un factor, y casi no habrá políticas o normativas ambientales, ya que todas serán parte de un todo. Este estadio, el de la ecología fáctica, superará los estadios previos de la ecología ignorada, donde los ambientalistas estaban en el furgón de cola del desarrollo, y se conformaban con proferir gritos contestatarios. Asimismo, se superará el lugar de la ecología simbólica, donde los políticos se circunscribían a “proteger” el ambiente con declaraciones públicas aisladas.

El tema ambiental no será ya exclusivo de los ambientalistas, pero éstos nunca desaparecerán; aunque sí tendrán que ajustar su nicho ecológico a las nuevas circunstancias.

Principios básicos para una gestión ambiental

En función de las actuales circunstancias, existen ciertos principios que pueden ser considerados como básicos para una adecuada gestión ambiental.

a) La eficiencia en el uso de la energía y en el control de la contaminación no pueden ser definidos desde un ascético gabinete ambiental, sino a partir de la comprensión de la realidad multidimensional. Debe entenderse, fundamentalmente, que tantos años de ignorancia, abandono, indiferencia y abuso no pueden ser revertidos mágicamente. El cambio es impostergable pero será lento y gradual.

b) Lo dicho se basa en que existen actores sociales (tanto a nivel nacional como internacional) que han lucrado a costa del equilibrio ambiental y sus consecuencias sanitarias. Por lo tanto, existe

una deuda ambiental que debe ser resarcida, aplicando el principio contaminador-pagador.

c) Para ello se necesita un Estado fuerte, ágil e informado, buen fiscalizador y promotor; no un Estado grande, pesado y desinformado, que por omisión se pone de parte de los que quieren seguir apropiándose abusivamente del medio ambiente.

d) Estos cambios deben ser efectuados sobre la base de un desarrollo duradero y sustentable, dado que las cuentas patrimoniales, ya sean naturales o financieras, no están en condiciones de soportar malas administraciones.

LA CONCIENTIZACIÓN COMO INSTRUMENTO DE LA POLÍTICA AMBIENTAL URBANA

La Reunión de Río de 1992: hacia una nueva esperanza

La expectativa generada por la Convención de la Diversidad Biológica, celebrada en Río de Janeiro en 1992, nos lleva a decir que, a veinte años de la efectuada en Estocolmo, la humanidad está mucho más concientizada, pero el ambiente está peor. La capa de ozono se sigue debilitando, el calentamiento global de la atmósfera aumenta, continúa la reducción numérica de algunas especies en estado crítico, o en ciertos casos se han perdido especies; aumenta la superficie de suelos degradados, el proceso de deforestación y desertización no decrece, los ríos y mares están más contaminados, los residuos siguen aumentando, y ya no se sabe que hacer con los tóxicos peligrosos; hay gente sin servicios de saneamiento básico y con hambre, etcétera.

Nadie puede dudar de que Estocolmo 72 significó comenzar a dejar atrás el estadio de la ecología ignorada; pero debemos ser concientes de que se ingresó a un estadio de la ecología simbólica, donde es más lo que se habla que lo que se hace; ya sea por no querer, no saber o no poder. Por lo anterior, es necesario que nos preguntemos si debemos seguir el proceso de concientización como lo hemos desarrollado hasta ahora o si hay necesidad de modificarlo.

La forma de resolver la complejidad de la política ambiental

La cultura de apropiación abusiva del medio ambiente, si bien se percibe desde el inicio de la humanidad, alcanza su verdadero desarrollo en la Edad Media. A partir de entonces ejerce su influencia en todas las corrientes político-económicas. Por este motivo puede identificarse en todos los sectores políticos y sociales. Aceptando que todos los estratos están en cierta forma permeados por esta cultura, es claro que el nivel dirigencial es el que mayor influencia posee para transformarla. Sin embargo, para hacerlo —y por la magnitud de sus decisiones y, eventualmente, de sus errores—, primero habrá que concientizar a dicho estrato.

En cuanto a la concientización de la sociedad, la experiencia parece indicar que implica una tarea tan conveniente como difícil, por la complejidad y variedad de fenómenos que ha conformado la cultura de apropiación abusiva en la últimas décadas, y sobre las que deberá operar cualquier esfuerzo de concientización. En forma sintética y no exhaustiva, algunos de los rasgos de tal cultura, que se manifiestan a nivel de la sociedad en su conjunto y que además definen el perfil del nivel dirigente son: el consumismo, la desvalorización del bien común, la soberbia positivista, la ignorancia, la desorientación, la corrupción, la inequidad, el facilismo y la pasividad.

Pero lamentablemente, un proceso de concientización que involucre un cambio cultural de magnitud demandará tiempo que falta. Por este motivo tal vez sea necesario encontrar atajos ideológicos que aceleren los procesos de cambio. En concreto, es necesario buscar mecanismos que permitan traducir la protección del medio ambiente a valores reconocidos en nuestra sociedad, tales como el dinero, el prestigio y los votos.

El ahorro de energía, el reciclaje de ciertos residuos y el desarrollo de tecnologías ambientales aptas, comienzan a aparecer como opciones económicas. Asimismo, la protección del medio, la utilización de determinados insumos y la condición de que un producto deba ser amigable al ambiente e inocuo, comienzan a ser reconocidas por el consumidor y, con ello, surgen como opciones empresariales para aumentar el prestigio de ciertos productos, y por ende sus ventas.

Por último, poseer plataformas políticas con un capítulo ambiental ya es insuficiente para conquistar al votante, pues la sociedad civil empieza a exigir a sus representantes u autoridades posicionamientos más firmes. No obstante, es tan alto el nivel de entropía del sistema que la necesidad de información necesaria para disminuirlo es tanta que emerge como ineludible la estrategia de generar el cambio desde los estratos inferiores, ya que son los menos influidos, los más dispuestos al cambio y los menos comprometidos con los intereses en juego.

En fin, la idea es trabajar con tantos sectores como sea posible, pero concentrar los esfuerzos de concientización y conocimiento en los más jóvenes y, sobre todo, en los niños. Los últimos poseen una importancia esencial para el futuro de la humanidad y del planeta, pues por una parte, deberán atravesar años sumamente difíciles y por otra, serán los que tomen las decisiones en el futuro. Los ejemplos que reciban, los valores que incorporen, la percepción y comprensión del medio que los rodea, en síntesis, lo que les ofrezcamos hoy, será la base de su manera de actuar mañana.

Pensar o planificar ecológicamente exige consideraciones sobre un horizonte de tiempo y una adecuada percepción del medio; implica entender la realidad que nos rodea como un espacio multidimensional. Pensar o planificar ecológicamente significa considerar al medio en su dimensión natural y artificial, implica identificar los problemas de hoy y del mañana; sintonizar presente y futuro. Para ello, en sus labores de planificación, los dirigentes deben ir más allá de lo sectorial y disciplinario, y transponer los límites temporales y espaciales. Además, los que toman decisiones políticas, los que resuelven en un segundo la suerte de muchas personas, deben de ir más allá de su capacidad profesional y de su honestidad y comprender que sus acciones trascenderán sus expectativas sobre los impactos de tales medidas.

COMENTARIO FINAL

Cada unidad de los organismos, desde los conjuntos de galaxias hasta los átomos, poseen algo en común: la diversidad de formas y la unidad de patrones. Cada nivel posee hilos conductores entre

sus integrantes, pero la ubicación espacial y temporal, sumada a la singularidad que cada unidad posee, la hacen única e irrepetible.

Cada municipio, sea cual fuere, posee rasgos comunes a todos los gobiernos locales, pero ninguno es igual; porque su historia es distinta, sus realidades ecológica, política, económica, cultural y su necesidad de desarrollo son distintas. El mundo desarrollado ha crecido a expensas de un abuso en el consumo de energía y en la utilización de los recursos naturales, ha comprometido la biosfera severamente sin pensar en nuestros municipios.

Hoy, cuando el Hemisferio Sur se debate en una lucha desesperada por ser más eficiente, más productivo, más estable, con menos enfermedades, menos hambre, más justicia, más democracia, el mundo industrializado se acuerda de nosotros y nos hace llegar un mensaje ambiental. Respecto de lo último surgen las interrogantes: ¿Se referirá a la deuda ambiental que posee con la humanidad? ¿Nos reconoce impotentes ante la necesidad de crecer y nos brinda su indulgencia ante cierta ineficiencia en el manejo ambiental? ¿Nos brinda una fórmula superadora que nos permita desarrollarnos sin cometer los errores que ellos cometieron? Parece que más bien nos pide a los países del Sur hacer lo que ellos no hicieron; algo que es conveniente, pero no responde a cómo lograrlo.

La comunidad internacional debe tomar muy en cuenta que en el mundo industrializado está la información tecnológica que permitirá a los países menos desarrollados no comprometer otro tipo de información no menos importante y clave para un futuro planetario sustentable: la información bioecológica. Hasta ahora la primera posee un alto valor y la segunda no ha sido valorizada.

La naturaleza nos muestra que las relaciones específicas entre las unidades de los organismos —cualesquiera que sean— salen perdiendo en un contexto de competencia entre regiones del mundo (triunfe quien triunfe) y resultan ganadoras en un ambiente de cooperación internacional. Si las naciones industrializadas no proveen de información tecnológica al mundo en desarrollo para que, con ello, el último pueda superar sus problemas en armonía con el medio ambiente, el futuro para ambos grupos de regiones no va a poder ser sustentable y duradero.

EL MANEJO INTEGRAL DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES EN BERLÍN, Y LA EXPERIENCIA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

EIKE DUFFING
Asociados en Consultoría Ambiental

ANTECEDENTES

El primero de septiembre de 1993 el *Regierende Buergermeister von Berlin* (primer ministro/alcalde de Berlín) y el jefe del Departamento del Distrito Federal firmaron un acuerdo de cooperación entre las dos ciudades para fomentar la relación amistosa entre Alemania y México.

Esta cooperación entre dos ciudades hermanas se enfoca especialmente a los problemas de:

desarrollo urbano y la protección al medio ambiente; sistemas de comunicación y transporte; abastecimiento y drenaje de aguas; tratamiento de residuos, y cultura y artes.

En el campo de ecología las dos ciudades atribuirán importancia especial a la protección del aire y la eliminación de residuos peligrosos.

Para ello ambas ciudades fomentarán visitas recíprocas y seminarios mutuos e intercambiarán regularmente informaciones en escrito sobre estos temas.*

El lector puede observar qué importancia dan las dos ciudades hermanas a los campos relacionados con el manejo integral de los recursos naturales. De los cinco temas mencionados en el acuerdo, cuatro abordan este vínculo todavía novedoso.

* Traducción informal del autor con base en la publicación preliminar del documento distribuido por la Embajada de la República Federal de Alemania en México.

El siguiente ensayo pretende aportar a esta temática un panorama sobre la manera en que la ciudad de Berlín ha tenido un cierto éxito en el manejo integral del desarrollo urbano y la protección al ambiente no sólo en Alemania, sino también en Europa.

En algunos aspectos se contrastará la situación de la ciudad de Berlín con las condiciones de la ciudad de México, para que el público de ambos países entienda mejor el reto que significa el acuerdo de cooperación entre las dos ciudades.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CIUDAD DE BERLÍN

Como la ciudad de México, Berlín es capital de su país. Cuenta con una concentración poblacional y de establecimientos industriales, comerciales y de servicios que supera con creces a la de las otras ciudades alemanas. De ahí que los problemas ambientales se encuentren profundamente interrelacionados con el manejo integral de la infraestructura pública e industrial, con la gestión de servicios y con apoyos económicos para los que menos tienen.

Pensar en Berlín es recordar que apenas el 3 de octubre de 1990 se unieron políticamente dos partes divididas durante más de cuatro décadas; que la unificación del régimen económico, social, jurídico y político todavía no significa la unificación de las condiciones de vida en aspectos tales como salud, trabajo, gestión de servicios sociales, acceso a infraestructura adecuada o vivienda. Por eso, al hablar de la problemática ambiental, no debemos olvidar que también ésta se ha visto permeada por tales diferencias.

Población

Berlín cuenta con una población de alrededor de 3.4 millones de habitantes; 2.1 en el sector occidental, 1.3 en el sector oriental. Un millón de los habitantes son extranjeros, de los cuales 0.6 millones son turcos en el sector occidental y 0.3 son polacos que se localizan

en las dos partes. La zona metropolitana de la ciudad de Berlín cuenta en total con cerca de 4.6 millones de habitantes.¹

Hay que observar que una importante proporción de los turcos tendió a concentrarse en las cercanías del muro, en zonas que actualmente se concentran en el centro de la ciudad. Las luchas de los turcos por mantener sus estilos de vida y el deseo de planeación de la urbe todavía no han provocado en Berlín incidentes de xenofobia tan preocupantes como los que recientemente se han presentado en otras ciudades alemanas.

En comparación con Berlín, la ciudad de México tiene alrededor de 10 millones de habitantes y su zona metropolitana cuenta con cerca de 16.5 millones de habitantes.²

Ubicación

Berlín está ubicada en una zona de semiplanicie con una altura sobre el nivel del mar de sólo 60 m en promedio; su superficie, es de 884 km².³ La ciudad de México está ubicada en un valle alto, a más de 2 200 metros sobre el nivel del mar. La superficie de la ciudad es de 1 400 km².⁴

Político-administrativamente, Berlín es una entidad parecida al Distrito Federal, con un doble gobierno de carácter estatal y municipal. La ciudad cuenta con 20 delegaciones políticas, 12 de las cuales formaron parte del Berlín Occidental. Como entidad estatal municipal, se encuentra circundada por el estado de Brandenburgo. También la relación Brandenburgo-Berlín guarda similitudes con la relación Distrito Federal-Estado de México, cuando menos en lo que a implicaciones ambientales se refiere.

¹ M. Hass (ed.), *Landesreport Berlin*, Berlín y Munich, 1992.

² INEGI, *Censo de Población 1990*.

³ M. Hass, *op. cit.*

⁴ *Atlas de la ciudad de México*, México, Departamento del Distrito Federal y El Colegio de México, 1987.

Recursos naturales

Los recursos naturales más importantes de Berlín son, sin duda, sus habitantes, hecho reconocido por el “Gran Duque”, el “Rey de los Soldados”, Federico el Grande y otros gobernantes. Berlín y Brandenburgo fueron siempre reconocidos como el desierto de arena en el centro de Alemania. Las dos zonas carecieron de suelos ricos, minerales u otras ventajas naturales que redundaran en fácil aprovechamiento y desarrollo productivos.

Para ilustrar la hostilidad del entorno a que se enfrentaron los primeros habitantes, recordemos el significado de Berlín, “lugar en el pantano o en la ciénega”, que recuerda los topónimos de algunas áreas desfavorables de la cuenca del valle de México.⁵

Los únicos recursos aprovechables de Berlín, sus lagos y ríos, se encuentran interconectados entre sí, en una depresión de un valle fósil, interglacial. Los subsuelos de este valle fósil funcionan todavía como drenadores naturales. La ciudad de México y su antecesora Tenochtitlan contaban con lagos, bosques, suelos fértiles, chinampas y suelos con minerales.

El régimen climático de Berlín es semifrío y semiseco, con lluvias anuales promedio de 600 mm, 30% de las cuales son tormentas que se presentan durante el verano, y 10% son nieves invernales. La temperatura promedio anual es de 14 grados centígrados. La dirección de los vientos va de oeste a este. México tiene un clima más agradable con un régimen templado y semiseco; las lluvias anuales llegan hasta 1 600 mm. La temperatura promedio anual se sitúa arriba de los 18 grados centígrados.

Aprovechamiento de los recursos a través del sistema económico

Más que basarse en el uso de recursos naturales, Berlín ha contado con la capacidad técnica de sus habitantes. Todos los recursos naturales son importados, sean éstos materias primas y auxiliares

⁵ L. González Aparicio, “Plan reconstructivo de la región de Tenochtitlan”, 1988.

para la industria transformadora, sean alimentos para la población.

En razón de la pobreza de recursos, Berlín se conforma como una especie de rompecabezas de pueblos y manzanas con sus cortinas verdes, anteriormente formadas por campos de cebada y papas; por ciudades que aún mantienen su infraestructura insular e industrial, la cual se remonta a finales del siglo pasado y principios del presente; en fin, de un centro histórico, con su periferia de asentamientos burgueses en el oeste y populares en el este.

En la ciudad de México uno puede observar casi el mismo esquema de urbanización, pero con una gran diferencia: los pueblos y asentamientos humanos a su alrededor nunca fueron municipios independientes y nunca desarrollaron su propia infraestructura urbana. Otra diferencia importante es que hoy en día las zonas de ingreso alto tienden a ubicarse en el oeste y sur de la ciudad y los vientos principales —de noreste a suroeste— hacen que estén expuestos a las emisiones atmosféricas originadas en el área industrial norteña de la zona metropolitana de México.

Por razones históricas de desarrollo social, durante la industrialización los empresarios siempre buscaron lugares aislados, situados en la periferia de Berlín, donde establecieron sus instalaciones y las áreas habitacionales de sus trabajadores. El más típico ejemplo de esta situación es “Siemensstadt” o ciudad de Siemens, al norte de la otrora independiente ciudad de Charlottenburg, hoy delegación política berlinesa.

Berlín es todavía la ciudad industrial más grande en Europa Central, es decir, en la zona comprendida entre París y Moscú. Sin recursos naturales autónomos, Berlín siempre ha dependido de un sistema masivo de transporte.

El primer aprovechamiento del entorno berlinés ha sido el sistema de transporte de materiales y exportación de productos de carácter naval, en el interior de la ciudad misma, a través de canales hacia el occidente (Rhin/Ruhr), el noroeste (Hamburgo/Mar Nórdico), y el noreste (Stettin, hoy Polonia, en el Mar Báltico y el sureste hacia Slesia, también en Polonia).

Para ilustrar qué tan dependiente es Berlín del transporte por agua, destacaré dos ejemplos. Berlín tiene más puentes sobre el agua que Venecia, la ciudad marítima mundialmente más famo-

sa. Cuando en 1949, durante la Guerra Fría, aconteció el bloqueo de Berlín, los aliados occidentales tuvieron que realizar 300 vuelos diarios simplemente para enviar carbón en los montos mínimos necesarios requeridos por los sistemas de calefacción.

El segundo aprovechamiento ha sido el sistema de transporte ferrocarrilero. Berlín cuenta tradicionalmente, como París, con cuatro estaciones principales, para viajar hacia el noroeste (Hamburgo), noreste (Stettin), suroeste (Anhalt) y sureste (Leipzig). Posee además un sistema de anillo periférico de ferrocarril que conecta las principales direcciones de la zona metropolitana.

El sistema de transporte urbano berlinés, especie de tren rápido ligero que cuenta con vagones estilo Metro y con 118 estaciones, usa también ese anillo.⁶ Un sistema parecido al de Berlín fue abandonado en la ciudad de México, cuando las estaciones de tren de los pueblos citadinos fueron desmanteladas.

El tercer aprovechamiento de recursos en Berlín ha sido una industria transformadora que sólo necesitaba agua para desarrollarse y elaboró productos técnicos con tal rendimiento, que pudo cubrir los altos costos de transporte de materias primas y productos finales.

Por eso, la industria berlinesa es hoy por hoy industria productora de maquinaria, necesaria para la producción en otras industrias, como la textil, la automotriz, la electromecánica, la farmacéutica, la del vestido, la óptica, la electrónica, la del transporte, la de equipos anticontaminantes y la biotecnología.

Actualmente la distribución en los giros industriales más importantes es la siguiente: electrotécnica/electrónica y aparatos sofisticados, alrededor de 36%; maquinaria (equipo de producción) y automotriz, alrededor de 25; industria ligera, 12; química/farmacéutica, 10; alimenticia, 8; textil/vestido, 2; y otros, 8 (recalculado por el autor para Berlín Unificado con base en datos para el año 1989).⁷

La industria manufacturera en la zona metropolitana de la ciudad de México tenía la siguiente distribución en 1988: alimentos y bebidas, 32%; maquinaria, 21; textil y del vestido, 15; papel y

⁶ M. Hass, *op. cit.*

⁷ *Loc. cit.*

celulosa, 11; química y petroquímica, 7; madera, 7; cemento y cerámica, 3; metálicas, 1, y otros, 2 por ciento.⁸

La industria transformadora de Berlín cuenta con cerca de 340 mil lugares de trabajo, 165 mil en Berlín Oriental y cerca de 175 mil en Berlín Occidental.⁹ La relación habitantes/lugares de trabajo es altísima: de 10 a 1 en Berlín Unificado. En Berlín Occidental 18.3% de los empleados tienen un lugar de trabajo industrial; en Berlín Oriental el porcentaje correspondiente alcanza a 24.4 por ciento.¹⁰

La industria, como la población en general, ha requerido y requiere energía. Por razones históricas las ciudades que hoy forman Berlín han sido autosuficientes en la producción y gestión de electricidad, lo que coloca a Berlín entre las ciudades que menor porcentaje de energía deben importar. Ésta se produce vía combustión de carbono, lignito y gas. En la parte occidental están instaladas nueve plantas de generación de energía eléctrica con una capacidad de 2 600 MW, lo que significa 100 por ciento de autosuficiencia. En la parte oriental tres plantas —más antiguas— tienen una capacidad instalada de 340 MW, lo que significa sólo una autosuficiencia de 15%.¹¹ De los 4 860 MW que en total se consumen en Berlín Unificado, 46% es todavía importado.

Las plantas en Berlín del Oeste fueron modernizadas en los últimos años, con el fin de contener la contaminación del aire, por nitrógenos (NOx), bióxido de azufre (SO₂) y partículas suspendidas totales (PST). Hoy en día las plantas emiten 10% de los NOx y SO₂ que antes producían. Los filtros para las PST van a reducir en el mismo rango la contaminación de este parámetro. Una de las plantas de generación de electricidad a base de energía nuclear,

⁸ Departamento del Distrito Federal, "Programa para el Control de Emisiones Contaminantes de la Industria", México, 1990.

⁹ M. Hass, *op. cit.* Estas cifras tienen como base el año 1989. Entre octubre de 1990 y abril de 1993 Berlín Oriental ha perdido más de 135 mil de sus 175 mil lugares de trabajo industrial, a causa de la bancarrota de las empresas, provocada por la unificación de Alemania y la incorporación de ellas en el mercado de la comunidad europea. Comunicación personal del Staatssekretär Dr. Hauser, Senatsverwaltung fuer Wirtschaft und Technologie, Berlín, 1993.

¹⁰ *Idem.*

¹¹ M. Hass, *op. cit.*

ubicada en Greifswald, Alemania Oriental, fue cerrada inmediatamente en vísperas de la reunificación alemana, por razones de seguridad.¹²

En relación con los planes para el futuro, el gobierno de Berlín está incorporando una estrategia con varias ventajas, tales como medidas de racionalización de energía (reducción de consumo en la industria a través de modernización de maquinaria y procesos de producción), y cogeneración de energía eléctrica y calor o descentralización de la generación energética, a través de plantas más pequeñas para uso industrial o grupos de manzanas. La estrategia tiene sin embargo, varias desventajas, como el que en Berlín Oriental se siga dependiendo, para el consumo, de fuentes energéticas aisladas de la zona urbana. Según los planes actuales, el grado de autosuficiencia para esta parte de la urbe aumentará en sólo 30% durante los siguientes 20 años.¹³

El uso del agua no se ha reducido al transporte; ha incluido el abastecimiento, rubro en el que la ciudad es también autosuficiente, no obstante existir la preocupación sobre los límites del líquido, sobre su finitud.

En Berlín Occidental el consumo por habitante al día en 1989 fue de 159 litros de agua potable, mientras en Berlín Oriental fue de 180 l/día. Esta diferencia refleja el uso más racional del recurso en la parte occidental de la ciudad.¹⁴ Más adelante vamos a discutir este asunto.

¡Otra vez la comparación con la situación de la ciudad de México es muy ilustrativa! En el año 1991 el consumo de agua potable fue de 364 litros/día por habitante. Treinta por ciento del agua que consume esta urbe es importada de cuencas hidrológicas externas, lo que significa no sólo un alto costo en el consumo energético, sino también un desequilibrio ecológico y socioeconómico en las zonas de extracción.^{15, 16}

¹² *Idem.*

¹³ *Idem.*

¹⁴ *Idem.*

¹⁵ P. Romero, "Historia de las obras de abastecimiento de agua y drenaje de la ciudad de México", México, UAM, 1991.

¹⁶ P. Romero, "Impacto socioambiental en Xochimilco y Lerma de las obras de abastecimiento de la ciudad de México", México, UAM, 1993.

Para evitar la escasez, en Berlín se ha recurrido desde hace décadas a la reinyección de aguas tratadas, en las áreas aledañas al Río Havel, acción que permite realimentar los mantos acuíferos, principal fuente de abastecimiento de Berlín. Las aguas del sistema *Uferfiltrat*, o filtrado en la orilla, se envían a plantas de potabilización, se mezclan con aguas de estratos más profundos y se envían a los sistemas de abastecimiento.

En cuanto al sistema de drenaje, se ha recurrido tradicionalmente al riego con aguas residuales de los campos aledaños a la mancha urbana, medida que sólo funcionó temporalmente, pues nuevos y más tóxicos compuestos se han incorporado a las aguas residuales. Resultado: existe actualmente un estricto control higiénico de estos campos, destinado a evitar que se cultiven productos para el consumo humano.

También es significativo que las autoridades de la zona metropolitana de la ciudad de México sigan enviando las aguas negras para fines de riego, entre otros lugares, al Valle del Mezquital. Los impactos socio-ambientales son parecidos a los mencionados para el caso de Berlín.¹⁷

DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES MÁS URGENTES DE LA CIUDAD DE BERLÍN

Aire

El aire berlinés fue famoso por su buena calidad. En muchas mediciones hasta la década de los 60 fue aprobada, en los Alpes y la orilla del mar, como médicamente adecuada para establecer sanatorios de pulmones (*Luftkurort/Bad*), a pesar de que para entonces ya se hablaba, en muchos documentos históricos, de las malas condiciones del aire en algunas zonas industriales. En el Occidente, hogar de la clase media y alta, se encontraba el aire limpio, ocurriendo lo contrario en el Oriente, zona industrial y de viviendas populares. Como ya se ha mencionado, el viento

¹⁷ P. Romero, "Historia de las obras...", *op. cit.*

corría y corre de oeste a este. Por cierto que desde el siglo XVII, se ha procurado en la planeación urbana que las fuentes fijas de emisión de contaminantes se ubiquen al este de las zonas habitacionales.

La ciudad de México también fue reconocida por la transparencia de su aire (Alfonso Reyes) y hoy en día enfrenta una situación aún más preocupante: debe luchar contra dos diferentes tipos de smog: al *smog* estilo Londres y al estilo de Los Ángeles, que muchas veces aparecen en secuencia durante el mismo día.

En Berlín, las situaciones alarmantes de contaminación atmosférica se presentan por lo regular en el invierno y se parecen a aquellas vividas bajo el influjo del *smog* londinense. También llegan a ocurrir situaciones de liberación de ozono en el verano, en calles principales con alta carga de transporte automotriz, tales como las del centro histórico o que cuentan con edificios muy altos o muy cercanos entre sí, las cuales funcionan algunas veces como *jets* y otras como trampas de cuerpos de aire.

Agua

Como se ha mencionado, la gestión del agua en Berlín es todavía autónoma. Las autoridades enfrentan, sin embargo, el cada vez más acuciante problema de mantener los niveles de los acuíferos. De ahí que se cuente con plantas de reciclaje de agua y que las autoridades busquen alternativas para evitar:

- pérdidas de agua en las redes de abastecimiento y drenaje, que ahora pueden llegar hasta 20 por ciento,
- el uso irracional del agua en los establecimientos industriales y de servicios,
- el empeoramiento de la calidad del agua.

La experiencia histórica del pueblo alemán —siempre entre el uso doméstico e industrial del agua, siempre pugnando porque la industria no afectara la calidad y cantidad de líquido— ha permitido respaldar la gestión del agua en Berlín. Ejemplos de tal expe-

riencia: desde el siglo pasado existían normas sobre la calidad del agua potable; a partir de las décadas de los veinte y treinta de la presente centuria, aparecieron normas de calidad para las aguas residuales, etcétera.

El problema crucial en la materia es el de la restauración de los sistemas de abastecimiento y drenaje del centro histórico y de las zonas populares, situadas en Berlín Oriental, y la zona rural alrededor de Berlín, situada en el estado de Brandenburgo, que no recibieron atención durante más de cuarenta años, por la separación del sistema a través de la construcción del muro y por falta de recursos financieros en la ex RDA.

Desechos sólidos

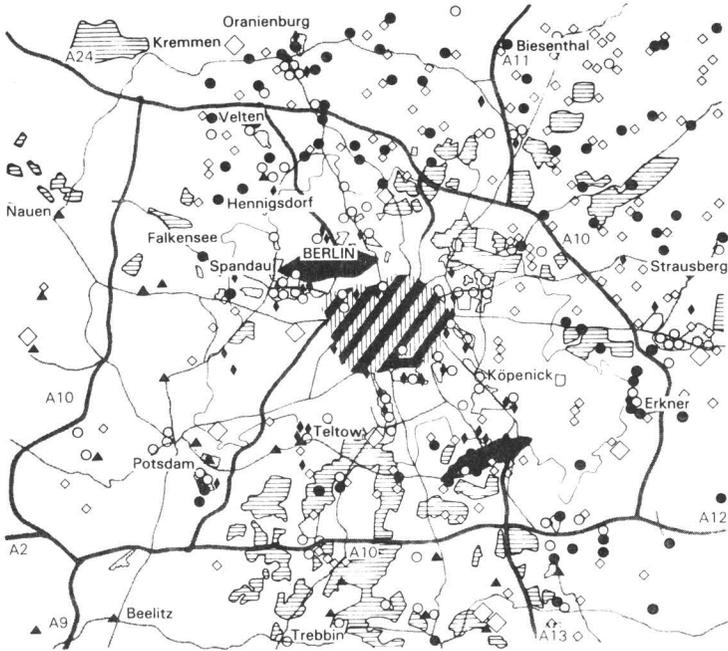
A partir de la segunda mitad de los años setenta, la industria transformadora de Berlín Occidental envió sus desechos sólidos hacia Brandenburgo y Mecklenburgo, en la entonces RDA. Contrariamente, la industria del Berlín Oriental casi nunca exportó sus desechos, los mantuvo en sus predios.

Como en la mayoría de los casos, la industria transformadora de Berlín Oriental trabajó con tecnologías y procesos productivos obsoletos, y como la industria de Berlín Occidental de antes de los años setenta carecía de conciencia y de oportunidad de exportar sus desechos sólidos, muchos predios industriales de ambas partes de Berlín presentan graves problemas de contaminación. Al respecto, véase el mapa 1 de localización de los más importantes sitios de concentración y localización de contaminación de aire, agua y suelo.

DESCRIPCIÓN DE LAS MÁS IMPORTANTES FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Recorriendo Berlín mediante el gran sistema de transporte masivo y público, se pueden ubicar las siguientes y más significativas fuentes de contaminación atmosférica:

MAPA 1 Berlín: situación ambiental



Aire

- ||||| Áreas de mayor emisión
- Fuentes principales de emisión

- Sitios principales de ruido

Agua subterránea/suelos

- ▲ Principales sitios de contaminación de agua subterránea

- ◇ Depósitos finales grandes

- ◇ Depósitos finales/sitios de basura

- ◌ Campos de riego/áreas de dispersión de agua tratada

- ♦ Depósitos antiguos/contaminación de suelos

- Municipio sin planta de tratamiento

Tomado de: Herausgegeben von Marion Haß, *Landesreport Berlin*, Berlin, Verlag Die Wirtschaft GmbH, 1992, p. 152.

- Transporte automotriz particular (hoy en ambos lados).
- Sistemas antiguos de calefacción (en Berlín Oriental principalmente).
- Calderas y hornos industriales que funcionan con tecnología obsoleta (en su mayoría en el este).

Transporte particular automotriz

Con la unificación alemana se desató una ola de consumo en Alemania Oriental, que incluyó al vehículo particular como bien más demandado. Es significativo que en dos años Berlín Oriental contara con un porcentaje de automovilistas similar al de Berlín Occidental, es decir, una de cada dos personas tiene un vehículo particular.¹⁸

Quiero recordar a los mexicanos, que en el mismo lapso (de 1990 a 1992) también la ciudad de México atravesó por una conjuntura de compra de vehículos particulares, que creció en 30%. Esta ola de consumo fue provocada, entre otros, por el Programa “Hoy no circula”, inicialmente dirigido a contener la contaminación atmosférica proveniente de fuentes móviles.

Con la unificación alemana se incrementaron las emisiones de monóxido de carbono. Ciertamente han disminuido notablemente los vehículos de tecnología obsoleta “trabis”, pero los nuevos coches con todo y sus convertidores catalíticos, se concentran durante las horas pico en el centro histórico y provocan problemas de contaminación nunca antes vistos.

Emisión de carbono y azufre por sistemas antiguos de calefacción y tecnología obsoleta de calderas, chimeneas y hornos industriales

La contaminación producida por sistemas de calefacción y combustión de lignito es típica de las ciudades de la ex RDA, de Berlín Oriental, que carecían de otros recursos energéticos.

¹⁸ M. Hass, *op. cit.*

Para resolver estos problemas, municipios, empresas y gobierno federal deberán invertir, durante la siguiente década, miles de millones de marcos alemanes anuales. Gran parte de este gasto tendrá que dedicarse a la rehabilitación de viviendas e industria.

Intoxicación de suelos en sitios industriales

Las intoxicaciones de suelo, que no son un problema de Berlín únicamente, pero que son más significativas por su situación única en las décadas pasadas, van a requerir un saneamiento profundo de los metales pesados y otros compuestos tóxicos o cancerígenos.

Los costos de saneamiento de suelos (*Altlastensanierung*) aún no se han calculado, por falta de experiencia técnica y desconocimiento de la magnitud y la composición de los compuestos peligrosos existentes en los sitios. Estos costos son motivo de polémica, de luchas ante las cortes civiles en todos los procesos de evaluación económica de los bienes raíces o en los trámites de privatización de las empresas industriales, ubicadas en los nuevos estados de Alemania y en la parte oriental de Berlín.

La polémica seguramente va a seguir por años, pero también va a fomentar la discusión pública sobre los daños ambientales y sobre los costos externos. Además, va a estimular la búsqueda de nuevas tecnologías en el saneamiento de suelos, la cual en un futuro próximo se va a convertir en objeto de competencia de las empresas internacionales de servicios ambientales.

La comparación con el caso de la ciudad de México evidencia, que esta última todavía mantiene un sistema obsoleto de disposición de residuos peligrosos, muchos de los cuales se descargan y diluyen; en las aguas residuales del alcantarillado del DF, una minoría se deposita en sitios no regularizados y sólo un porcentaje mínimo se envía al único sitio de tratamiento y disposición final en San Luis Potosí.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL

Sistema legal en materia ambiental

El tradicional sistema legal en materia ambiental deja en manos de los municipios alemanes las siguientes áreas de actuación o competencia:

- *Bauleitplanung*: planeación y ordenamiento de la estructura urbana;
- *Verkehrsplanung*: planeación de comunicaciones, transporte y tráfico;
- *Gruenplanung*: planeación de áreas verdes;
- *Stadtreinigung*: servicio público de limpieza, como colección de basura;
- *Abwasserbeseitigung*: servicio de drenaje y tratamiento de aguas residuales.¹⁹

En los últimos años se integraron las siguientes tareas de servicio público en la competencia del gobierno municipal:

- manejo integral de desechos;
- saneamiento de depósitos públicos antiguos de basura;
- rehabilitación de los sistemas de drenaje;
- medidas de prevención y saneamiento para el control de ruidos;
- programas de protección de la naturaleza y programas de manejo y rehabilitación de paisajes (naturales y artificiales), y
- programas integrales de gestión de energía, desde el punto de vista de la reducción del impacto ambiental.^{20, 21}

¹⁹Nationales Komitee zur Vorbereitung der UN-Konferenz ueber Umwelt und Entwicklung 1992, "Umweltschutz in Deutschland", Bonn, BMU, 1992.

²⁰*Idem.*

²¹Senat von Berlin, *Berlin Baut - Nr. 11: Oekologisch orientierte Stadterneuerung in Berlin-Schoeneberg*, Berlín, Senat von Berlin, 1992.

SISTEMA DE CORTES DE VERIFICACIÓN DE ACCIONES
EMPREDIDAS POR LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Desde el punto de vista del manejo integral del medio ambiente en el sistema legal, las cortes que deciden sobre la legalidad de los planes, intensiones y hechos por parte de las autoridades competentes, juegan un papel de alta importancia en la planeación urbana y en la construcción de infraestructura, pues ambas pueden afectar al medio ambiente o a través del mismo, a personas físicas o morales.

Las decisiones de las “cortes administrativas” (*Verwaltungsgerichte*) fomentan los derechos de los ciudadanos ante las autoridades y/o empresas constructoras, que actúan en representación de las autoridades u otras personas morales y físicas, las cuales se enfrentan a obras basadas en planes incorrectos: autopistas, centros de producción de energía atómica y termoeléctricas, etcétera.

Las decisiones judiciales han sido impulso para que muchas de las normas técnicas ecológicas y de salud pública cambien sucesivamente a estándares permisibles más estrictos, y en casos individuales, para que se cambie la dimensión, diseño, ubicación o tecnología aplicada de una obra de infraestructura. También han propiciado el cambio en el régimen de uso de suelos de los planes de desarrollo urbano.

La posibilidad de los ciudadanos de defenderse ante la planeación pública o privada ha fomentado, en el caso de la ciudad de Berlín:

- medidas anticontaminantes más estrictas en los centros de generación de energía termoeléctrica para reducir la emisión de bióxido de azufre (ver arriba);
- cancelación de obras de autopistas;
- fomento de regímenes de áreas verdes contra inversiones de viviendas de alto nivel.

En México no existe ningún sistema parecido a los tribunales administrativos. Los tribunales de lo contencioso, que serían los adecuados para resolver disputas entre ciudadanos afectados y autoridades que toman decisiones de planeación u otorgan licen-

cias, que a su vez provocan repercusiones ambientales para la ciudadanía, no tienen ninguna competencia en materia ambiental.

Sistema de monitoreo del aire y del agua

En Berlín Occidental existían, antes de la reunificación, más de 40 estaciones automáticas de muestreo sobre la calidad del aire; en Berlín Oriental fueron instaladas cinco estaciones de diferentes niveles técnicos. Se espera que el gobierno de Berlín aumente el número de estaciones en el oriente de la ciudad.

La zona metropolitana de la ciudad de México tiene una Red Automática de Monitoreo Atmosférico constituida por 25 estaciones, de las cuales sólo tres miden los cinco parámetros que forman parte del sistema IMECA, es decir, CO, SO₂, O₃, NO_x y PST.²²

La diferencia en los sistemas de Berlín dividido tiene que ver con los diferentes intereses políticos de los dos gobiernos, durante el periodo en que la ciudad estuvo separada. El gobierno de Berlín Occidental quería mostrar ante su población que todas las emisiones provenían del oriente, y por ello no existía ningún problema ambiental, con excepción de algunos días con *smog* durante el invierno.

Por otro lado, el gobierno de Berlín Oriental no quería informar a su población sobre el preocupante estado atmosférico y sobre las fuentes de emisiones al aire. Por ello, todos los datos sobre mediciones ambientales —no sólo a la atmósfera— se generaron en instituciones del gobierno central y fueron secretos. La publicación de datos ambientales y sobre el estado de la salud de la población fue considerada como traición a la nación y condenada por las cortes criminales o cortes secretas.

Hoy en día la información al público sobre la calidad de aire es muy completa. Los valores medidos aparecen en cada periódico con escalas reales, es decir CO, SO₂, NO₂ y PST aparecen en mg/m³ y el ozono en ug/m³, en cantidades promedio y horas pico. Se publican además, cada vez, los rangos de la fases de precaución

²² DDF, "Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica. Un compromiso común", DDF, México, 1990.

y pre-alerta, así como el nivel máximo permisible, que corresponde al inicio del plan de emergencia.

Si en la zona metropolitana de la ciudad de México se aplicaran los mismos niveles máximos permisibles de Alemania, se activaría más de 220 días al año la fase dos del plan de emergencia.

Respecto del agua podemos constatar que en Berlín Occidental existen medidores de flujo, en cada planta de bombeo de agua; cada conducto principal del sistema alcantarrillado; cada toma de agua del sistema de distribución de una manzana, y en cada edificio. En Berlín Oriental la situación fue parecida, a excepción de los medidores en los edificios.

Las consecuencias de las dos situaciones fueron diferentes. En Berlín Occidental las tarifas por consumo de agua fueron frecuentemente aumentadas, e incluyeron incentivos para reducir el consumo individual. El aumento fomentó la instalación de medidores en cada departamento de los edificios.

Como los edificios de Berlín Oriental no cuentan con medidores, la población ha reaccionado ante el régimen administrativo mediante el mal uso del agua (dejando correr el líquido de las llaves en baños y cocinas, especialmente en los lugares nuevos, en edificios de altura, como ocurre en la zona de Marzahn).

Hoy en día, el gobierno de la ciudad unificada fomenta un programa de ahorro de agua, a través de incentivos para instalar medidores y de tarifas más altas por cada unidad adicional de consumo.

Para el Distrito Federal existen estimaciones muy conservadoras que muestran una demanda mínima de 700 mil medidores de consumo para cumplir con las necesidades de una más equitativa recaudación de pagos por consumo de agua.

Sistema de tratamiento de agua

Ya he hablado de algunos aspectos del sistema de tratamiento, por lo que sólo mencionaré en Berlín existen alrededor de 10 plantas públicas de tratamiento de aguas residuales. Todas trabajan diariamente y cuentan en su mayoría con las tres etapas de tratamiento exigidas por las normas técnicas, a saber: mecánico,

físico-químico y biológico. La capacidad instalada de estas plantas cubre más o menos 70% de las aguas a tratar.

En la zona metropolitana de la ciudad de México existen 13 plantas de tratamiento, de las que sólo tres cuentan con la etapa terciaria. La capacidad total instalada de tratamiento es de tan sólo 2.5m³/seg, que corresponden a sólo 3.91% de la capacidad instalada de abastecimiento de agua potable.²³ Si uno acepta que la instalación de drenaje y de tratamientos de aguas residuales debe ser igual a 90% de la capacidad de abastecimiento, la zona metropolitana de la ciudad de México todavía carece de una capacidad instalada de tratamiento de 55m³/seg, es decir, 86% de la capacidad necesaria.

Por último, en Berlín Occidental existen plantas de tratamiento particulares dentro de empresas grandes, que no quieren arriesgarse a que sus aguas residuales sobrepasen los estándares permisibles, antes de su llegada a la planta pública de tratamiento.

INTERVENCIÓN E INCENTIVOS DE LAS AUTORIDADES

Planeación urbana

Como mencioné, la tarea realizada por el Municipio de Planeación Urbana es el primer y más eficaz instrumento de prevención, protección y rehabilitación del medio ambiente en Berlín. Además, la planeación y su sistema de administración son la base para la integración de todos los aspectos en materia ambiental.²⁴

Todos los presupuestos federales, estatales, municipales y delegacionales relacionados con proyectos y obras de construcción deben cumplir con los requisitos y régimen establecidos en los planes integrales de desarrollo urbano, o de delegación o de manzanas.

Las desviaciones y cambios con respecto al plan aprobado que no sean justificados mediante un nuevo proceso administrativo, son objeto de una demanda frente a la "corte administrativa".

²³ P. Romero, "Impacto Socioambiental...", *op. cit.*

²⁴ Senator fuer Stadtentwicklung und Umweltschutz, "Raumliches Strukturkonzept: Grundlagen fuer die Flaechennutzungsplanung", Berlín, 1992.

Modernización de la industria (*Treuhand*)

En virtud de la urgente reconstrucción demandada por la economía de Alemania Oriental, la modernización de la industria juega un papel altamente importante en el mejoramiento, saneamiento y rehabilitación ambiental de todos los municipios y condados en los cinco nuevos estados.

Por ello, la *Treuhandanstalt* (Agencia Procuradora para la Transición y Reprivatización de los Bienes Públicos, especialmente de las empresas industriales) se sitúa en el centro de la problemática ambiental.

En los contratos de compra-venta de las empresas, el asunto sobre responsabilidad y los costos de saneamiento de los suelos es el punto más conflictivo, además de los relativos a los servicios y a las deudas acumuladas por las empresas en venta.

Para resolver esta problemática se ha implantado hoy en día la siguiente práctica: la *Treuhand* libera a los empresarios de sus deudas y se responsabiliza de participar con hasta dos millones de marcos alemanes en los costos de saneamiento, correspondiendo al nuevo dueño cubrir los costos adicionales.²⁵

La *Treuhand* funciona, por otra parte, como fiadora de los nuevos dueños ante los bancos públicos de desarrollo, lo que permite a aquéllos obtener los créditos necesarios para cambiar y modernizar los procesos productivos. En estos paquetes crediticios se incluye el financiamiento de los equipos anticontaminantes.²⁶

Sistema público del transporte

Resumiendo la información sobre el transporte público, podemos constatar que existen en Berlín para sus 3.4 millones de habitantes, casi 250 km de ferrocarril para transporte urbano (*S-Bahn*, *S* significa rápido); cerca de 630 km de tranvías; cerca de 140 km de Metro; más de 150 rutas de autobuses (de un piso, de dos pisos o

²⁵ RTG/Rinke Treuhand GmbH, Comunicación personal, 1993.

²⁶ Wirtschaftsfoerderung Berlin GmbH, "Was bieten die sechs neuen Bundeslaender dem Unternehmer?", Berlín, 1992.

semi-remolques; de motores de diesel o trolebuses de energía eléctrica).²⁷

Las tarifas cubren en cerca de 80% de los costos (incluido el de mantenimiento).²⁸ Los usuarios pueden contar con abono amplio, que pueden transferir a otras personas. Estos abonos son incentivos para que la familia deje su coche en casa, pero también lo es que el berlinés cuente con un adecuado sistema de transporte público.

Plan de contingencia

En Berlín se aplican los planes de emergencia cuando las condiciones climatológicas no favorables aumentan la contaminación del aire; cuando ésta rebasa los estándares de la Organización Mundial de la Salud, internacionalmente aceptados y que ascienden a los 100 IMECAS de México.

Las autoridades municipales cierran entonces las fuentes fijas de emisión preseleccionadas; prohíben el uso de vehículos particulares (con excepción de vehículos que tienen una placa verificadora que dice que el coche cuenta con un catalizador de tres vías y sus emisiones están por debajo de ciertos límites; esta excepción tiene sólo validez en la primera fase de contingencia²⁹), especialmente para los camiones de carga; cierran los kinders y escuelas primarias y permiten a las mamás de estos niños que no se presenten al trabajo.

Para promover las acciones mencionadas, las autoridades anuncian la contingencia durante por lo menos cada media hora, por radio y televisión y a través de patrullas de policía, bomberos y ambulancias que circulan por la ciudad con altoparlantes.

²⁷ M. Hass, *op. cit.*

²⁸ Staatssekretär Dr. Hauser, Senatsverwaltung fuer Wirtschaft und Technologie, Berlín, Comunicación personal, 1993.

²⁹ L. Wicke, "Ursacheneindaemmung auf volkswirtschaftlicher Ebene", en U. E. Simonis (ed.), *Basiswissen Umweltpolitik*, Berlín, 1990.

Auditoría de seguridad e higiene en la industria

Para evitar accidentes que afecten la seguridad e higiene laboral, ambiental y pública, cada municipio cuenta con un departamento de monitoreo de empresas (*Gewerbeaufsichtsamt*).

Compete a esta autoridad el cierre parcial y temporal de las empresas con situaciones de emergencia o el cobro de multas administrativas en casos menores.

En casos de violaciones graves a los reglamentos sobre seguridad laboral, ambiental y pública, esta autoridad puede cerrar inmediata e indefinidamente una empresa, así como tramitar las demandas ante las cortes correspondientes y ejecutar las actividades administrativas para garantizar la seguridad de la instalación, el mantenimiento adecuado, los cambios técnicos necesarios y otras tantas medidas, tales como cierre de tubos, conductos, chimeneas, lugares de depósitos. Todas estas actividades las realiza la autoridad en representación de y a costo del dueño de la empresa.

Convenios con otras entidades sobre confinamiento de desechos sólidos

El gobierno de Berlín se enfrenta actualmente al problema de que la ciudad produce todavía cantidades de desechos sólidos que no puede confinar dentro de sus linderos municipales.

Los mencionados contratos del entonces Berlín Occidental con el gobierno de la ex RDA sobre el confinamiento de desechos en los alrededores de la urbe han sido cancelados por las "cortes administrativas", en razón de que violan las normas técnicas ecológicas correspondientes que rigen también en los nuevos estados de Alemania.

Financiamiento público a acciones para proteger el medio ambiente

En el último año de presupuesto público ejercido por separado en las dos partes de Berlín, se evidencia la preocupación de la población de las dos partes y su presión social suficientemente exitosa,

para exigir y ganar muchas inversiones públicas dedicadas al mejoramiento ambiental. En seguida se presentan los gastos públicos comparados de Berlín Oriental y Berlín Occidental durante 1988, en millones de marcos alemanes.

	<i>Berlín Occidental</i> ³⁰	<i>Oriental</i>
Aire	391.5	298.7
Agua	511.5 (agua pot.) más 105.5 (aguas superficiales)	148.9
Ruido	44.8	1.2
Residuos	3.2	5.1 ³¹
Protección de suelos y bosques	no mencionado	4.4
Cambio de procesos productivos	33.5	no mencionado
Total	545.0	458.3 ³²

PLAN INTEGRAL DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE BERLÍN.
BASES PARA LA ZONIFICACIÓN URBANA Y EL USO DE SUELOS

Para resolver todos los problemas del manejo ambiental-urbano en una forma integral, el gobierno de Berlín aprobó en 1992 las directrices para la estructura urbana de la ciudad. Estas directrices tienen una base común en áreas, usos y criterios ecológicos. Aparte del plan rector las directrices consisten en siete planes sectoriales relativos a:

- 1º la estructura interna de la ciudad;
- 2º la integración de la ciudad en el desarrollo regional con el estado de Brandenburgo;
- 3º el plan sectoral de vivienda;

³⁰ M. Hass, *op. cit.*

³¹ Hasta la unificación de Alemania la ex RDA tenía un sistema muy eficaz de separación y recolección de basura doméstica y de residuos industriales, destinado a reciclar los materiales secundarios (Sekundaerrohstoffe) en la producción de diferentes ramas industriales. Véase U. Petschoff *et al.*, "Umweltreport DDR: Bilanz der Zerstoerung, Kosten der Sanierung, Strategien fuer den oekologischen Umbau", Frankfurt am Main, Institut fuer Oekologische Wirtschaftsforschung, 1990.

³² M. Hass, *op. cit.*

- 4º el plan sectoral de servicios urbanos;
- 5º el plan sectoral de creación y/o consolidación y reubicación de sitios de trabajo;
- 6º el plan sectoral de espacios verdes;
- 7º el plan sectoral de transporte.

En este capítulo explicaré cada uno de los planes. La descripción puede funcionar como una invitación al público mexicano para buscar indicadores propios de comparación entre Berlín y la ciudad de México, pero también para reflexionar sobre cuáles aspectos pueden servir de referencia para la ciudad más grande del mundo.

Base común ecológica de la planeación

Régimen hidrológico

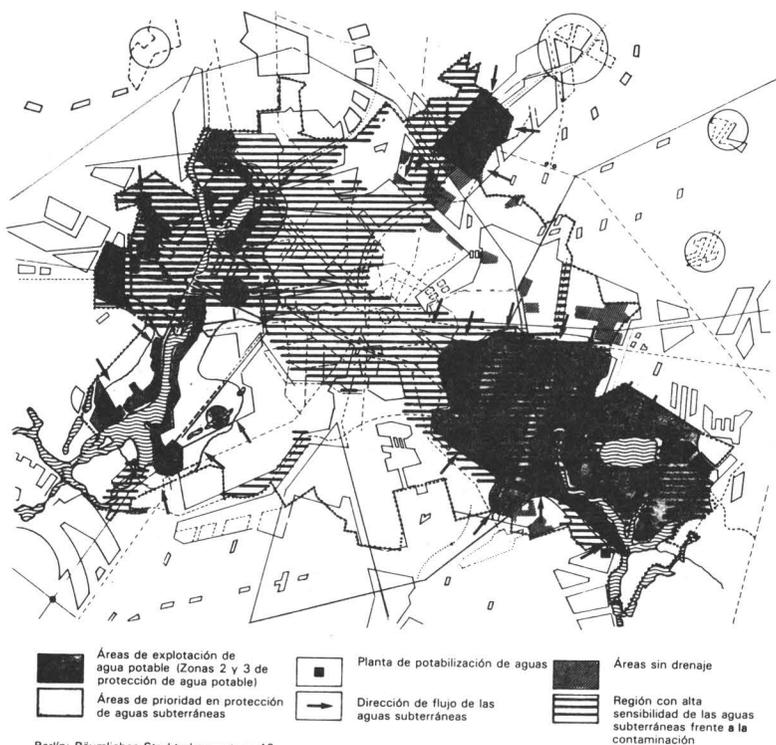
Los ríos, lagos y todas las aguas superficiales del área metropolitana de Berlín tienen una velocidad de flujos muy baja, que los convierte en sistemas ecológicos muy sensibles. La cantidad y la calidad de las aguas superficiales dependen en su mayoría de las condiciones ambientales de la región, pero también de las actividades dentro de la ciudad.

Las aguas subterráneas y superficiales son interconectadas vía condiciones geológicas y tienen repercusiones de calidad y cantidad entre ellas. Es seguro que los mantos acuíferos de la ciudad no tienen suficiente caudal para abastecer el agua potable demandada por una aglomeración creciente. Por ello, es de suma importancia la protección de las aguas superficiales, que son exploradas y estudiadas para la gestión de agua potable a través del “filtro de orilla”. En las áreas de protección de agua potable, la protección tiene prioridad frente a los planes de desarrollo habitacional.

El gobierno de Berlín reconoce que las áreas industriales ubicadas dentro del valle fósil interglacial requieren acciones de protección al agua del subsuelo, en vista de la alta sensibilidad de éste frente a los contaminantes. El gobierno establece, además, criterios ecológicos de planeación, según los cuales las zonas peri-

féricas donde todavía no existen sistemas de drenaje y los sitios antiguos de depósitos de residuos industriales son prioritarios para la inversión y la acción públicas. Las tres zonas ecológicamente prioritarias aparecen en la carta temática (mapa 2).

MAPA 2
Berlín: exploración de aguas superficiales y subterráneas

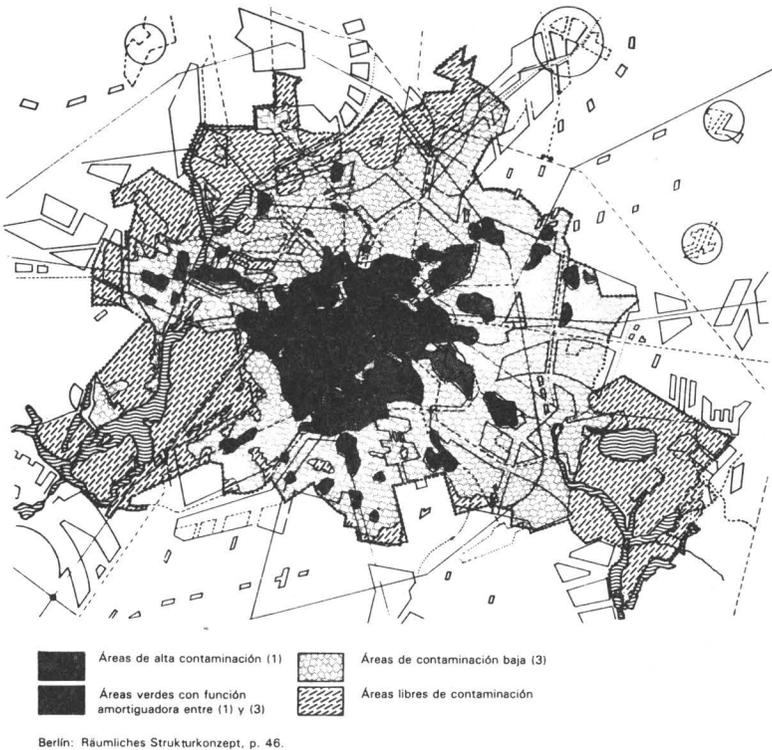


Clima urbano

La zona central de Berlín, con su alta densidad en construcciones y población, es reconocida como área de fuertes emisiones atmos-

féricas. La cobertura de asfalto en las calles y plazas propicia un micro clima urbano, con una permanente elevación de temperatura, que provoca más humedad, reducción en la velocidad de los vientos y una tendencia más alta a inversiones térmicas. Estos factores coinciden para producir mayor concentración de emisiones y algunos días, *smog*.

MAPA 3
Berlín: clima urbano



En las zonas periféricas de la urbe, los bosques, lagos y campos de agricultura tienen la función de amortiguar estos efectos. Por

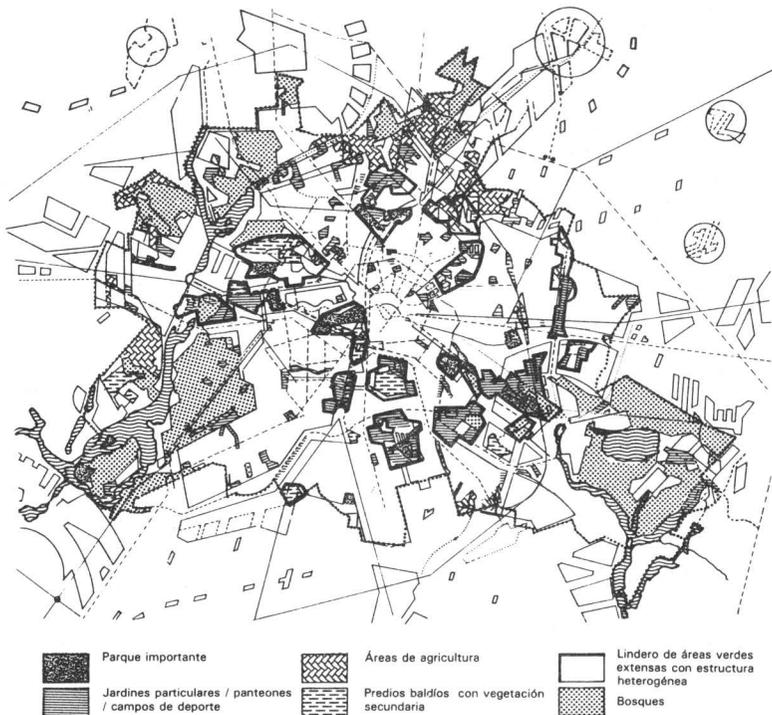
ello son estrictamente protegidos. Son los grandes espacios y corredores verdes a lo largo de ríos, canales y líneas ferrocarrileras, los encargados de la ventilación de la zona central de Berlín. Todos ellos están bajo un régimen especial de protección pública.

El mapa 3 enseña la distribución de los tres tipos de zonas climáticas.

Estructura de Espacios Verdes

Los espacios verdes en la ciudad y fuera de ella tienen un función doble: protección ambiental y recreación humana.

MAPA 4
Berlín: estado de las áreas verdes



Berlín: Räumliches Strukturkonzept, p. 47.

El corazón del sistema verde urbano es el Parque “Tiergarten” ubicado al poniente del centro histórico de la ciudad. Corredores radiales y zonas baldías con vegetación secundaria conectan el “Tiergarten” con el paisaje natural de los bosques y del campo. El parque tiene todavía una variedad de biotopes y una alta biodiversidad, que lo convierten en zona protegida bajo régimen municipal y régimen estatal.

El mapa 4 muestra la situación actual.

Principios del plan rector

Cuarenta años de desarrollo urbano separado influyeron en las dos partes de Berlín. La parte poniente fue organizada en forma policentral, mientras que la oriental se estructuró en forma más jerárquica; o sea monocentral.

Para reajustar el sistema urbano y sus sistemas de infraestructura, el plan rector establece diez principios de planeación y desarrollo urbano, a saber:

A. Mantener y rehabilitar la estructura histórica de la ciudad en su diferentes delegaciones.

B. Establecer nuevas estructuras urbanas adecuadas al nuevo papel de Berlín como capital del país y como metrópoli europea.

C. Densificación de la ciudad, más que extensión hacia afuera (evitar el crecimiento de la mancha urbana).

D. Estructura policentral con núcleos históricos rehabilitados.

E. Protección de la ciudad verde y extensión de las zonas verdes alrededor de los nuevos centros habitacionales.

F. Distribución equitativa entre el crecimiento de la población de la ciudad de Berlín y su zona metropolitana en el estado de Brandenburgo.

G. Reindustrialización y ampliación del sector terciario moderno dentro del desarrollo económico.

H. Balance local entre la distribución de zonas de trabajo y habitacionales. Mezcla entre actividades y usos de suelos dentro de distancias de grupos de barrios.

I. Transporte: con fluidez y compatible con las necesidades de la urbe y el equilibrio ecológico.

J. Planeación flexible para atender a largo plazo todas las demandas para acceso a terreno.

Estructura interna de la ciudad

Aparte de la rehabilitación del centro histórico (que aún no se sabe si será parcial o total) existen dos desafíos para la reconstrucción de la zona central de Berlín: uno es la integración de las instituciones del gobierno federal y el otro es la relocalización de casas matrices de empresas internacionales.

Para las áreas ubicadas alrededor de la plaza de Potsdam (“Potsdamer Platz”) y el famoso paseo “Unter den Linden” existen planes arquitectónicos de ubicar las empresas Mercedes Benz y Sony, dentro de un ensamblaje moderno que respeta las medidas clásicas del urbanismo de Berlín.

Los planes para las sedes del gobierno todavía no están concluidos y los del centro histórico ni siquiera están en su primer diseño. La controversia se concentra en el problema de que el “Palacio de la República” de la ex RDA está totalmente contaminado con fibras de asbesto, y por ello clausurado para cualquier uso.

Este edificio está ubicado exactamente en el lugar del otrora palacio de los antiguos gobernadores de Brandenburgo y Prusia que fue considerado como una joya del barroco alto de la arquitectura europea – y destruido por el gobierno de la ex RDA.

La estructura interna del futuro no debe dejar el uso habitacional en el centro de la ciudad. El gobierno de Berlín plantea mantener más o menos el mismo nivel de densidad poblacional en esta zona. Toda la infraestructura y demanda de suelos de los demás usos en esta zona urbana tiene restricciones en relación con la extensión de terrenos y altura de edificios.

Como consecuencia, para el sector terciario (servicios públicos y privados y oficinas) el gobierno berlinés plantea una densificación en la zona y una dotación de 10 millones de metros cuadrados destinada a estos fines. En relación con la ampliación, el gobierno estimula la creación de entre 150 mil hasta 250 mil nuevos sitios de trabajo.

Antiguos centros poblacionales como “Prenzlauer Berg” y “Friedrichshain” van a recibir atención especial en la rehabilitación y modernización de viviendas. La protección del agua en esta zona se lleva a cabo a través de la integración de ríos y lagos en la imagen urbana y el uso recreativo para la población de las zonas vecinas.

El transporte urbano central se mejorará con la ampliación del sistema de tren rápido con una línea adicional norte-sur, una prolongación de la línea de metro de la plaza de Alejandro (“Alexanderplatz”) hasta el nuevo centro de la sede del gobierno federal y la prolongación de las líneas de tranvía para mejorar la conexión poniente-oriente.

Se planea además integrar el sistema de ferrocarril en el centro de la ciudad, con la construcción de algunas estaciones principales de transporte foráneo.

El mejoramiento del sistema vial contempla la configuración de un anillo periférico con ejes ya existentes. Pero el principal énfasis se hace en mejorar la fluidez de los vehículos particulares a través de un sistema de manejo integral del tráfico y del espacio de estacionamientos, con el fin de obtener una mejor distribución y menor densidad de éstos durante el día.

Integración de la ciudad en el desarrollo regional con el estado de Brandenburgo

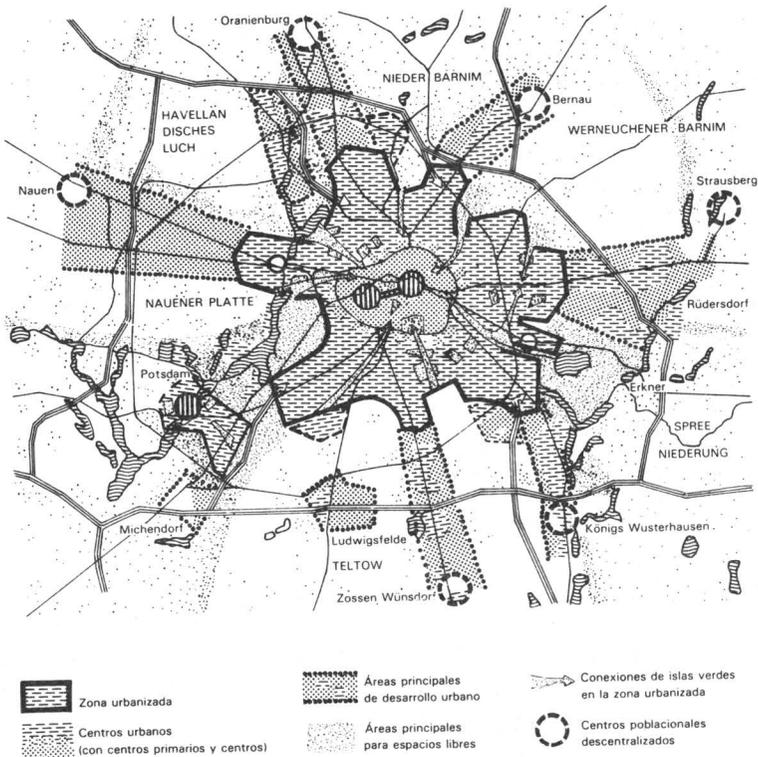
Los gobiernos estatales de Brandenburgo y Berlín comparten el objetivo de facilitar en la zona metropolitana y la región rural alrededor de ella condiciones comparables de vida. Ambos gobiernos ajustan su planeación regional y municipal, de manera que comprendan a la zona de influencia de la ciudad de Berlín. Para mantener un desarrollo económico-social compatible con el equilibrio ecológico, los planes biestatales integran ejes radiales de desarrollo urbano, con espacios entre ellos para mantener triángulos verdes desde las zonas rurales hasta el centro de la ciudad.

Dentro de los ejes de desarrollo urbano se ubican todas las vías ferroviarias (tren, tren rápido, metro), a fin de que cada eje o centro urbano reciba suficientes incentivos para su propio desarrollo y se fomente la descentralización del desarrollo regional.

A causa de la demanda especulativa de predios cerca de la urbe y de que los municipios emiten permisos de compra-venta y uso de suelos que alientan esta especulación, también en las zonas reservadas para usos de campo el modelo de interacción radial enfrenta la posibilidad de tornarse en un modelo de mancha urbana.

Frente a esta situación, los dos gobiernos estatales se encuentran en negociaciones, con el fin de implantar normas más estrictas para regular una planeación de los municipios, coherente con la planeación regional. El mapa 5 explica la interrelación ideal entre Berlín y sus alrededores.

MAPA 5
Berlín: esquema de una zonificación espacial posible



Plan sectorial de vivienda

Noventa por ciento de la población de Berlín vive en departamentos rentados y los barrios con alta densidad de edificios antiguos tienen prioridad en la política de renovación y modernización. Se tiene previsto también que aumentará la oferta de edificios de departamentos en predios baldíos. Para enfrentarla, el gobierno de Berlín planea cambiar las normas y reglamentos de construcción de vivienda.

Se tiene previsto, por otra parte, incorporar medidas de aislamiento, de ahorro de energía térmica en las calefacciones centrales de los edificios y de ahorro de agua pluvial.

En los grandes centros de vivienda de edificios altos estilo Tlatelolco, la política es la de conservar la estética y la calidad del material de construcción. Los programas están especialmente diseñados para los centros de este tipo, aparecidos en los sesenta y setenta en el sector poniente de Berlín y en los setenta y ochenta en el sector oriente.

Los programas de restauración y rehabilitación urbana en zonas de viviendas históricas, instrumentados durante los años ochenta, ya tuvieron éxito en Berlín Occidental. Por ello, sólo se aplicarán en Berlín Oriental.

Se tiene previsto, en todas las zonas habitacionales, promover una mejor prestación de servicios —de transporte sobre todo— con el fin de evitar que la gente use vehículos particulares. El lema del plan sectorial de vivienda es, entonces, reconstrucción urbana, antes que ampliación.

Plan sectorial de servicios urbanos

En el interior y cerca del anillo ferrocarrilero del tren rápido, es decir, en un área de 100 kilómetros cuadrados, se pretende aplicar, con los planes de servicios urbanos, un sistema de ejes radiales laterales a los principales ejes de vialidad. Este sistema se desarrolló en la parte poniente durante los años en que Berlín estaba separado y se planea en el futuro próximo para la parte oriental.

Fuera de este anillo, el plan maestro pretende limitar los centros de servicios urbanos a sitios en forma de puntos.

Para cubrir las necesidades espaciales de la sede del gobierno federal de Berlín se han reservado grandes áreas en delegaciones menos pobladas, como la del Tiergarten. Sólo en la delegación centro pueden presentarse problemas de competencia entre servicios privados y públicos y problemas de sobrecarga por el transporte vehicular en esta área.

Para la ampliación de las universidades y centros de investigación se busca trasladar institutos de ciencias exactas de la Universidad Humboldt a la desaparecida Academia de Ciencias de la ex RDA, en una zona verde ubicada en el sureste de la ciudad.

Plan sectoral de creación de puestos de trabajo

La destrucción del parque industrial de la ex RDA, acaecida a raíz de la reunificación, ha convertido a la reindustrialización de la ciudad de Berlín en una meta fundamental de la planeación urbana.

Se tiene previsto ubicar las zonas de reindustrialización fuera del anillo del tren rápido. Sus centros mayores serán ubicados en el oriente de la ciudad, debido a la liberación acelerada de predios resultante de una industria en bancarrota. Se tiene previsto limitar la construcción de más predios industriales a sólo tres delegaciones, en el noreste, este y sureste.

Las zonas industriales ya existentes limitarán su desarrollo a la modernización e intensificación de sus procesos. Para cumplir con las normas de seguridad, salubridad y ecología, las empresas ubicadas en las antiguas zonas industriales deberán producir nuevos productos y emplear procesos productivos más limpios. Destacan entre los productos del futuro, que serán estimulados mediante incentivos (apoyos a investigaciones aplicadas): tecnología para contener o tratar contaminantes, automatización de procesos de producción y tecnología de reciclaje de materias, y tecnologías clásicas de Berlín, tales como maquinaria para la producción automotriz y médica.

Plan sectoral de espacios verdes

El cuarenta y siete por ciento de la superficie de la ciudad de Berlín está ocupado por áreas libres con bosques, lagos, áreas verdes de recreación o campo.

Para la protección y el uso adecuado de estas áreas la planeación pretende integrar dos aspectos: protección del medio ambiente y de los biotopes por un lado, y por el otro, asignación de áreas para los diferentes tipos de recreación.

El primer aspecto es la base de toda la planeación urbana en Berlín. Sus elementos son: protección y en su caso rehabilitación de todas las áreas verdes y de sus funciones para la naturaleza; desarrollo de áreas verdes extensas para aliviar cargas de contaminación urbana; amortiguación de emisiones en zonas pobladas y seguridad para el abastecimiento de agua.

La combinación de los dos aspectos con todos los planes sectoriales y los conceptos integrales define claramente las áreas y acciones para el manejo integral del medio ambiente y de la ciudad. Se busca en especial ubicar las zonas en que se deben tomar acciones de contención de emisiones al aire, mejorar las condiciones ambientales de la industria, dotar de vigilancia específica a los dispositivos para la protección del agua, etcétera.

Plan sectoral de transporte

Aspecto principal de este plan es el reconocimiento de que las líneas de ferrocarril fueron separadas antes de la reunificación de Berlín, por lo que hay que enfatizar la integración y complementación de las diferentes redes del transporte público (metro, tren rápido y tranvías o trenes ligeros).

Dentro de la ciudad sólo es necesario construir dos ejes radiales hacia al sureste, fuera del anillo periférico, para complementar el sistema existente. El anillo mismo requiere ampliaciones en su parte oriente. Será necesario construir algunas calles principales en las partes norte y este, con el fin de complementar la "red de araña" de vialidades.

CONCLUSIÓN

Berlín, como todos los municipios alemanes, tiene pocas posibilidades de incentivos económicos directos para el manejo integral del medio ambiente, tales como créditos preferenciales o subsidios. El manejo ambiental urbano funciona más bien a través de intervenciones regulatorias o actos propios de autoridades, tales como:

- la planeación integral urbana;
- programas que estimulan la restructuración de viviendas con tecnología ecológica;
- programas iniciales de apoyo a las empresas pequeñas y medianas para inversiones ecológicas en sus procesos de producción;
- inversiones en infraestructura pública;
- tarifas prohibitivas para el consumo lujoso y dispendioso del agua potable;
- tarifas de estímulo para el uso del transporte público;
- monitoreo de calidad de aire y agua;
- monitoreo de la cantidad de aguas superficiales y subterráneas, e
- intervención en asuntos de seguridad e higiene pública.

Los incentivos directos, como créditos preferenciales, liberación o deducción de impuestos o subsidios directos a una actividad, a una región o grupo caen más dentro de la competencia de la federación o de la Comunidad Europea.

En el caso de Berlín Oriental, y los demás cinco nuevos estados de Alemania, el gobierno federal ha implantado una serie de programas de fomento empresarial, como apoyo para el aumento de capital base de una empresa, créditos del "European Restructure Programme" para fundar una empresa, créditos especiales para empresas de nuevas tecnologías.

Estos apoyos de financiamiento para nuevas empresas se complementan con deducciones de impuestos para empresas ya existentes que instalan una nueva planta o empresa subsidiaria en regiones de la ex RDA, y con subsidios para inversiones en nuevas

plantas, ampliaciones de plantas existentes o cambio y/o modernización de los procesos productivos. Existen además programas muy específicos para promover lugares de trabajo de alta calidad, que cubren hasta en un 40% los sueldos anuales de los expertos, porcentaje que tiene un límite de hasta 25 mil marcos alemanes; cubren también cinco por ciento del monto total de la inversión para crear el puesto de trabajo. En este contexto es muy interesante que el gobierno de Berlín fomente con sus propias fuentes a las empresas orientadas hacia la tecnología de punta.³³

Para promover medidas de mejoramiento ambiental o ahorro de energía existe un programa especializado muy parecido al de Nafinsa de México, pero con una diferencia sustancial: en México el crédito preferencial tiene un costo porcentual promedio, CPP más 6, es decir hoy en día de más de 24% anual, y cubre en promedio sólo 50% del costo de inversión. La otra mitad de la inversión cuesta en el sistema bancario privado 48% global en promedio. Esto significa un gasto de 36 por ciento en promedio.

En Alemania los créditos preferenciales están abajo de 2% del CPP nacional que hoy está ubicado en 7.5% fijo anual. También la banca pública da 50 por ciento de la inversión requerida y la banca privada prefinancia la otra mitad con una tasa de interés promedio de 12%.³⁴ Esto significa un gasto promedio actual de 9 a 10 por ciento.

La comparación entre los índices de inflación nacional y los gastos reales de créditos para el mejoramiento del medio ambiente revela otra vez una desventaja para México. En México el empresario debe pagar intereses 300% más altos que la tasa de inflación.

En Alemania, el empresario paga bajo el mismo esquema 22% arriba de la tasa de inflación. Este sistema de apoyo se aplica a todas las inversiones en:

- Modernización de procesos productivos;
- ampliación de planta productiva;
- aumento de productividad;

³³ Wirtschaftsfoerderung Berlin GmbH, "Was bieten die sechs neuen Bundeslaender dem Unternehmer?", Berlín, 1992.

³⁴ *Idem.*

- tratamiento de aguas residuales;
- reciclaje y depósito final de residuos industriales,
- reducción de contaminación del aire, incluyendo reducciones de ruidos, olores y vibraciones;
- ahorro de energía/uso de energía renovable.³⁵

En cuanto a los planes de desarrollo urbano, en Berlín están centrados en la densificación de cualquier uso (vivienda, industria, servicio o transporte público) dentro de la zona central de la ciudad, para mantener fuera y dentro de ella los espacios verdes.

En las zonas periféricas las autoridades quieren mantener y reforzar estructuras radiales con triángulos verdes bien protegidos. Estos ejes urbanos se conectan con corredores de desarrollo regional y con fuertes centros poblacionales descentralizados.

³⁵ *Idem.*

CIUDAD DE MÉXICO: PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES EN LA GESTIÓN DEL AGUA

PATRICIA ROMERO LANKAO
Departamento de Política y Cultura
UAM-Xochimilco

INTRODUCCIÓN

Cuando el habitante de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) se baña, limpia sus alimentos o lava la ropa, pocas veces imagina que a lo largo de este siglo ha sido construida y operada una enorme y compleja infraestructura hidráulica, gracias a la cual gran porcentaje de hogares, industrias y comercios puede contar con el preciado líquido y emitir aguas residuales transportadas incluso hasta el Golfo de México.

El usuario de los servicios de agua y drenaje tampoco piensa en los retos que, desde siempre, hubieron de enfrentar los habitantes de la capital para resolver dos problemas cruciales: las inundaciones, que anualmente han arremetido contra la ciudad y las no siempre adecuadas condiciones de saneamiento. No se considera que el agua para consumo fue un bien abundante, cuando menos hasta finales del siglo pasado. Menos aún, que la construcción y operación de tan colosal infraestructura haya provocado graves efectos ecológicos y socioeconómicos, tanto dentro de la ZMCM como en las zonas abastecedoras de la ciudad y receptoras de aguas residuales.

Es objetivo de este trabajo hacer un diagnóstico de los problemas enfrentados por las autoridades hidráulicas en la gestión del agua y de las medidas que en estos momentos instrumentan, enmarcadas en la "Estrategia Metropolitana para el Sistema Hidráulico del Valle de México".¹ Interesan en especial las dificultades

¹ Departamento del Distrito Federal-Gobierno del Estado de México, 1989, 17 pp.

des socioeconómicas y ecológicas implicadas en la construcción y operación de abastecimiento y drenaje, así como las consecuencias socioambientales de ambas, tanto para los habitantes de la ciudad como para las zonas externas, vinculadas con la capital vía la extracción y emisión del líquido.

PROBLEMÁTICA HIDRÁULICA DE LA ZMCM

Especificidades hidrológicas de la Cuenca del Valle de México

Las peculiares características naturales de la Cuenca del Valle de México, el particular funcionamiento de su ciclo hidrológico, han sido fuente de gozo y sinsabores para sus habitantes: han determinado la abundancia de agua, que todavía satisface en 70% de las necesidades de abastecimiento de la ciudad, pero también de las ancestrales y temidas inundaciones.

Por contar con extensos bosques, las superficies de laderas de la cuenca —andesitas y dacitas—² se convirtieron en importantes captadoras e infiltradoras del agua pluvial, alimentadora perenne de los mantos acuíferos, extensos receptores subterráneos que en otros tiempos sobrepasaban su capacidad de almacenamiento y daban lugar a los manantiales presentes en lagos y pies de monte regionales.

Prolífica saciadora de la sed ciudadina, el agua ha sido, por otra parte, fuente de implacables inundaciones. No sólo por precipitarse en unos meses más de tres cuartas partes de las lluvias anuales, sino también por la forma de la Cuenca del Valle de México: endorreica, rodeada por formaciones montañosas que la encierran y provocan que múltiples corrientes intermitentes drenen en el lecho lacustre. Precisamente sobre el lecho lacustre, otrora cubierto por los lagos que maravillaran a los españoles, se ha levantado la ciudad, que como consecuencia debe compartir con él las vicisitudes inherentes a su papel como drenador, es decir, debe soportar las inundaciones.

² Departamento del Distrito Federal, *Memoria de las obras de drenaje profundo*, México, 1975, tomo IV, mapa I.

Las características particulares del ciclo hidrológico y el papel de bosques, suelos y lagos han sido profundamente alterados, entre otras acciones, por deforestación, desviación y entubamiento de corrientes superficiales, crecimiento de la mancha urbana, y en especial, por la construcción y operación del sistema de abastecimiento y drenaje. Tal transformación se esquematiza en las figuras 1 y 2.

FIGURA 1
Ciclo hidrológico en estado natural

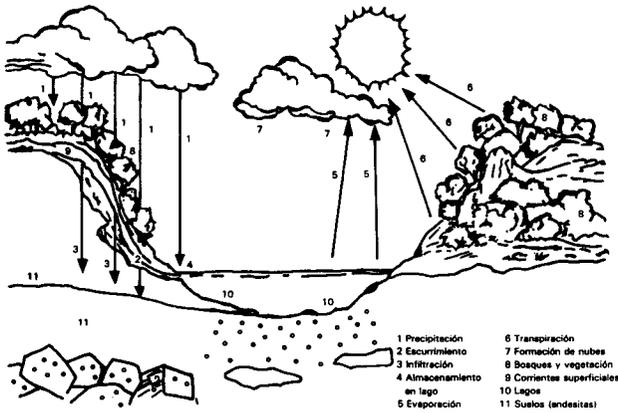
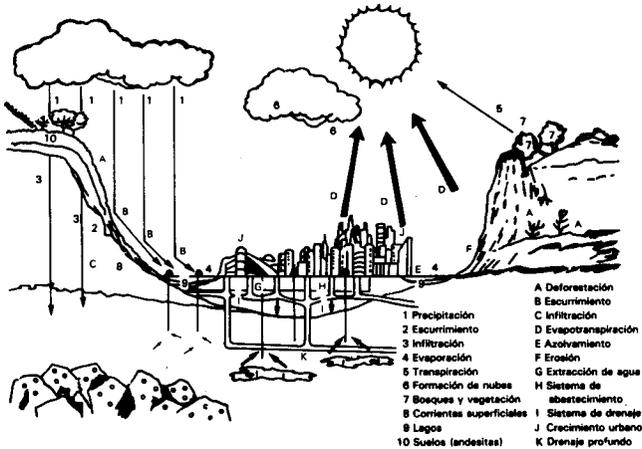


FIGURA 2
Ciclo hidrológico en la actualidad



Infraestructura hidráulica

La obra hidráulica se ha relacionado estrechamente con las particulares condiciones hidrológicas de la cuenca en que se asienta la ciudad. Las autoridades han buscado con ella, enfrentar las inundaciones, aprovechar las abundantes y variadas fuentes de abastecimiento y mejorar las condiciones de saneamiento y desagüe. Producto de esta gestión es una infraestructura de drenaje, que opera de manera combinada, es decir, desaloja aguas pluviales y residuales en el mismo conducto y se conforma por:

a) El sistema general de desagüe, que regula y desaloja de la cuenca las aguas residuales y pluviales y se integra por los túneles de Tequixquiac y otros conductos entubados, por canales a cielo abierto (Gran Canal, el Canal Nacional, el Río San Buenaventura, etc.) y por los drenajes profundo y semiprofundo. Los últimos conforman una compleja infraestructura, con cuatro interceptores, tres colectores y un emisor, así como con una capacidad de desagüe de hasta 220 m³ por segundo.

Componen además al desagüe general, las llamadas estructuras de regulación: 32 presas localizadas en el poniente, lagunas de regulación y 12 tanques de tormenta. Su propósito es almacenar el agua durante el tiempo crítico de una tormenta, para después desalojarla gradualmente al sistema de colectores. Se cuenta finalmente, con 68 plantas de bombeo en pasos a desnivel, las cuales ayudan a desalojar las aguas residuales a lo largo de todo el año; éstas y las pluviales durante las lluvias.³

b) "La red secundaria, que recolecta las aguas residuales producidas por los usuarios del sistema hidráulico y las conduce a la red primaria, junto con los escurrimientos producidos por la lluvia."⁴ La red tiene una longitud de 12 299 kilómetros.

³ Parte de la información sobre infraestructura que aquí se proporciona se refiere al Distrito Federal; parte a la Zona Metropolitana de la ciudad de México.

⁴ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *El Sistema Hidráulico del Distrito Federal*, México, DDF, 1982, p. 3.60.

c) La red primaria, que conecta a los dos componentes anteriores. Se cuenta en la actualidad con una longitud de 1 260 kilómetros.

d) Las plantas de tratamiento de aguas residuales. Existen 13 plantas: Chapultepec, Coyoacán, Ciudad Deportiva, San Juan de Aragón, Tlatelolco, Cerro de la Estrella, Bosques de las Lomas, Acueducto de Guadalupe, Reclusorio Sur, H. Colegio Militar, El Rosario Iztacalco y San Luis Tlaxialtemalco. Las tres últimas cuentan con tratamiento terciario o biológico; las otras diez, con tratamiento secundario o físico-químico. Las plantas producen un caudal promedio de 2.5 m³ por segundo y se destinan en 83% al riego de áreas verdes y llenado de lagos, en 10% al abastecimiento de industrias, en 5% al riego agrícola, y en 2% al sector comercial.⁵

En materia de abastecimiento, la ciudad cuenta con entre 57 y 63 m³ de agua por segundo. En 71.9%, el líquido proviene de los acuíferos de la cuenca, lo que significa una extracción de entre 39.9 y 44.1 m³ por segundo, mientras que el 30% restante procede de los sistemas Lerma y Cutzamala, que proporcionan los respectivos 8.1-9.9 m³ por segundo y 7.9-8.8 m³ por segundo (DDF, 1989).

Componen al sistema de distribución del recurso, 490 km de líneas de conducción, 243 tanques de almacenamiento y regulación, 183 plantas de bombeo, 690 km de red primaria, 11 700 km de red secundaria y alrededor de dos millones de tomas domiciliarias, cuya cobertura oscila entre 85 y 97% a nivel metropolitano.

A cada habitante de la ZMCM corresponde un consumo promedio de 256 litros diarios, cifra que aumenta a 364 litros/habitante/día en el Distrito Federal. Si la información sobre consumo promedio se desglosa a nivel regional y local, se encontrarán mayores desigualdades. Algunas zonas, como la sur y la poniente, cuentan con una dotación promedio de 310 litros por persona; otras, como Chalco, apenas llegan a 82 litros. Mientras colonias del poniente acceden a un abastecimiento superior a los 600 litros/habitante/día, otras alcanzan apenas los 20 litros/habitante/día (véase cuadro 1).

⁵ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *Compendio 1983-1991*, México, 1992, 67 pp.

CUADRO 1
Dotación de agua potable por habitante en el área metropolitana

<i>Entidad</i>	<i>Zona</i>	<i>Dotación (litros/habitante/día)</i>
Distrito Federal	Norte	265
	Poniente	310
	Centro	305
	Oriente	255
	Sur	310
	Dotación promedio	303
Municipios metropolitanos	Naucalpan-Zaragoza-Tlalnepantla	258
	Cuautitlán	278
	Coacalco	235
	Ecatepec	150
	Nezahualcóyotl	139
	Chalco	82
	Dotación promedio	198
	Dotación promedio para el área metropolitana	256

Fuente: DDF, 1989, p. 4.

Impacto socioambiental de la construcción y operación del sistema hidráulico

Impacto regional

A casi un siglo de construcción, operación y ampliación, la infraestructura hidráulica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México ha provocado diversos problemas ecológicos y socioeconómicos, tanto para la cuenca del valle de México, como para regiones externas; entre ellas Lerma y Mezquital. Comencemos por los efectos regionales del subsistema de abastecimiento.

Como dije, de la cuenca del valle de México se extraen entre 39.9 y 44.1 m³ por segundo. De acuerdo con la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (1982), se tiene una capacidad de infiltración de 23 m³/seg, por lo que el nivel de

sobreexplotación del agua regional oscila entre 16.9 y 21.1 m³ por segundo.

La sobreexplotación del agua se traduce en problemas ecológicos y socioeconómicos tales como:

a) La desaparición de otrora abundantes manantiales, como los de Chapultepec, del convento de Churubusco, del Desierto de Los Leones, y del lago de Xochimilco, lo que significa que se ha cancelado la posibilidad presente y futura de aprovechar estos recursos.

b) El abatimiento de agua subterránea “que alcanza en algunas zonas —como Tlalpan, Naucalpan y Tlalnepantla— los 3.5 metros por año, lo que se traduce en una reducción de los caudales” (DDF-gobierno del Estado de México, 1989, p. 2). Al abatirse el agua, se tiene que extraer a mayores profundidades, con el riesgo, no pocas veces convertido en triste realidad, de explotar aguas fósiles de mala calidad para el consumo humano.

c) La compactación y el hundimiento diferenciales de amplias superficies, que alcanzan hasta más de nueve metros en algunas zonas, han producido efectos ecológicos que se han revertido social y económicamente, en tanto las zonas que los sufren presentan dislocamiento de edificios, tuberías de abastecimiento y drenaje y otras infraestructuras subterráneas.⁶

El drenaje no ha sido ajeno al impacto socioambiental sufrido por la cuenca. No se debe olvidar que el subsistema ha buscado sustituir —no siempre con éxito— algunas de las funciones del conjunto lacustre, tales como la captación, el almacenamiento y la conducción del agua pluvial fuera de la cuenca. Desde que empezara a operar, el drenaje ha contribuido junto con la deforestación y otros factores, a la desecación del vaso lacustre y con ello, a la alteración de las condiciones climatológicas de la

⁶ De tal fenómeno, que cualquier visitante del centro histórico puede constatar, habla un artículo sobre Ecatepec, aparecido el 30 de septiembre de 1988 y de acuerdo con el cual “cientos de viviendas se están hundiendo en la denominada quinta zona de este municipio, mejor conocida como la ‘Casa del Tío Chueco’”, debido a que la empresa Sosa Texcoco extrae el agua subterránea.

cuenca. Estos últimos factores inciden, a su vez, en la proporción de agua pluvial que anualmente se infiltra y alimenta los mantos de los cuales se abastece la ciudad. Con la desecación se ha provocado además, la erosión eólica de los suelos aluviales lacustres, fenómeno que genera contaminación por partículas y acrecenta las tolveneras.⁷

Abastecimiento y drenaje no han sido los únicos causantes de los impactos en el ciclo hidrológico regional. Deforestación, sobreexplotación de suelos y crecimiento urbano han jugado importante papel. Practicado desde tiempos inmemoriales, el clareamiento forestal se ha llevado a cabo con los más variados fines: obtención de combustible, obtención de materiales para la construcción, abastecimiento para las industrias del papel y de muebles, establecimiento de milpas y urbanización.

El clareamiento de superficies redundó en diversos efectos ecológicos y socioeconómicos; en especial, afectó la capacidad de alimentación de fuentes de abastecimiento, y contribuyó al agravamiento de las inundaciones. Lo primero porque, desnudas, las superficies ven alterado su papel como captadoras e infiltradoras del agua que alimenta los mantos acuíferos. Lo segundo, porque al perder su capacidad de absorción, esas mismas superficies no pueden amortiguar el impacto del agua pluvial que, junto con azolve y basura, arremete contra la ciudad.

El dinamismo urbano ha sido de profundas implicaciones. Además de incidir en el aumento de la demanda total de abastecimiento y drenaje, ha provocado el crecimiento de la superficie construida y como consecuencia, impedido la infiltración de agua. Únicamente permite que se evapore un porcentaje del agua llovida; el resto va a parar al drenaje.

Impacto extrarregional

Los efectos ecológicos y socioeconómicos de la gestión de la obra hidráulica citadina han ido más allá de los límites de la capital. Se

⁷ Conscientes de esto, las autoridades impulsaron la rehabilitación del vaso de Texcoco, proyecto que duró alrededor de 15 años y se destinó a acabar con la principal fuente de tolveneras en el oriente de la ciudad.

extendieron cuando iniciaba el presente siglo, primero, a Xochimilco y Mezquital; llegaron al valle de Lerma al principiar los años cincuenta, y se extendieron a Cutzamala en las recientes décadas. En este trabajo únicamente hablaré de los valles de Lerma y del Mezquital, abastecedor de agua potable y receptor de aguas negras, respectivamente.

El valle de Lerma comenzó a dotar de agua a la ciudad a partir de los años cincuenta. En ese momento se extraían 4 m³ por segundo de 75 pozos profundos. Entre 1965 y 1967 fueron ampliadas las obras, con lo que ascendió a 6 m³ por segundo el caudal, que en los setenta volvió a subir a 12.8 m³/seg y decayó en los ochenta a 8.44 m³ por segundo.

El Lerma envía en la actualidad, a la Zona Metropolitana de la ciudad de México, entre 9.1 y 10.1 m³ por segundo. El monto total extraído del valle es de 16.4 m³ por segundo, por lo que el resto del caudal se destina a la zona de Naucalpan-Zaragoza-Tlalnepantla (NZT), al valle de Toluca y al riego de 750 hectáreas.

Han sido profundos, para el valle de Lerma, los efectos de la construcción, operación y ampliación del sistema de abastecimiento. De la zona se extrajo, desde los años sesenta, un volumen de agua superior a la capacidad de recarga del acuífero, de entre 9 y 11 m³ por segundo, lo que se ha traducido en la sobreexplotación del recurso y el abatimiento de los niveles piezométricos. La sobreexplotación del líquido se ha acompañado de la desaparición de manantiales y la desecación de la zona lacustre. Algunos terrenos, como los de Xonacatlán, se compactaron y hundieron diferencialmente, por lo que varias zonas se inundan con mayor facilidad durante las lluvias.

Las obras del Lerma fueron fundamentales en la configuración del deterioro regional, pero no fueron las únicas. Factores como la silvicultura, la agricultura temporalera y la ganadería itinerante, ya existentes en el Lerma al iniciar los cincuenta, jugaron un papel nada despreciable. La deforestación ha alcanzado niveles tan preocupantes, que entre 1930 y nuestros días, el valle de Lerma ha perdido más de 70% de su cubierta forestal (véase cuadro 2).

Varias actividades incidieron en la deforestación; la silvicultura, actividad primaria número uno al iniciar las obras de abasteci-

miento, ha sido la más importante. En la zona se explotan comercialmente el oyamel, el pino, el quercus, la rugosa, entre otras especies, con el inconveniente de que a la extracción no acompaña técnica de regeneración alguna.

CUADRO 2
Clasificación de tierras en el Lerma (hectáreas)

<i>Decenio</i>	<i>Total</i>	<i>Labor</i>	<i>Forestal</i>	<i>C/Pastos</i>	<i>Incultas productivas</i>	<i>Improductivas</i>
1930	170 440	34 113	70 122	45 390	2 245	18 570
%	100.0	20.1	41.1	26.6	1.3	10.9
1950	135 152	51 117	30 173	35 925	1 320	16 617
%	100.0	37.8	22.4	26.6	0.9	12.3
1960	159 000	57 791	51 538	32 617	5 706	11 348
%	100.0	36.4	32.4	20.5	3.6	7.1
1970	116 612	55 398	20 370	27 539	278	13 028
%	100.0	47.5	17.5, 23.6	0.2	11.2	

Fuente: Censos agropecuarios de 1930, 1950, 1960 y 1970. Se incluyen en el valle de Lerma los municipios de Almoloya del Río, Almoloya de Juárez, Capulhuac, Huixquilucan, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Oztolotepec, Rayón, San Antonio de la Isla, San Mateo Atenco, Texcalyácac, Tianguistenco, Xonacatlán, Zaragoza y Zinacantepec (Estudios y Proyectos, 1975).

Agricultura y ganadería han sido otras causantes del clareamiento de forestas. Es común abrir claros mediante el sistema de roza, que sólo puede practicarse durante algunos años, después de los cuales los campesinos deben desmontar otras superficies y así sucesivamente. Los pastores, por su parte, efectúan una práctica más nefasta: aplican quemas para eliminar el pasto y promover el desarrollo de nuevos brotes, que permitan pastar en los terrenos descubiertos.

Estas prácticas han provocado que laderas, lomeríos y faldas del volcán Nevado de Toluca registren distintos niveles de erosión, resultantes de la acción directa de viento y lluvia, que arrastran los suelos hacia las partes bajas del Lerma. La deforestación ha alterado la capacidad de las superficies para absorber e infiltrar el agua

pluvial y por esta vía, los mecanismos de recarga del acuífero,⁸ así como la capacidad de las lagunas y superficies de amortiguar las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales.

La ganadería era, al iniciar los años cincuenta, la segunda actividad más importante en el Lerma. Se basaba en la producción lechera y en la domesticación de toros de lidia principalmente; era de carácter extensivo y trashumante, rasgos que no la afectaron grandemente mientras existieron suficientes superficies para que los animales pastaran. Esta situación no se pudo mantener durante mucho tiempo, pues según estudios realizados en los cincuenta, ya se presentaban problemas de sobrepoblación o si se quiere ver de otra manera, de insuficiencia de superficies, lo que se traducía en sobrepastoreo, aparición de malezas y estancamiento en el mejoramiento racial de los animales.

La agricultura, tercera actividad productiva en importancia dentro del sector primario, era predominantemente temporalera. Ésta ocupaba 70.5% de la superficie total y se centraba principalmente en la producción de maíz. Se practicaban también sistemas de riego y de chinampas. Los primeros abarcaban 20.8% de la superficie total y se dedicaban al cultivo de trigo, maíz, haba, cebada y alfalfa. Los segundos ocupaban 8.6% y se destinaban a la producción de hortalizas (véase cuadro 3).

Las actividades predominantes en el valle de Lerma al comenzar a operar las obras de abastecimiento se vieron afectadas por la construcción y operación de éstas, pero también por sus mismas características técnicas. El clareamiento indiscriminado de superficies fue el primer factor que afectó a la silvicultura, que debido a aquél perdió su fuente principal de sustento. Algo similar ha ocurrido con el sistema de roza y con la ganadería itinerante, los cuales han perdido sus posibilidades de mantenerse a largo plazo, justamente en el momento en que, ante una "presión demográfica", sus promotores no han dejado descansar los terrenos.

⁸ No se debe olvidar que los bosques y superficies vegetales juegan un papel fundamental en la capacidad que presentan de las superficies para infiltrar el agua que alimenta los acuíferos. Descubiertos los suelos, se altera esa capacidad (véase *supra*, Especificidades hidrológicas de la cuenca del valle de México).

CUADRO 3

Clasificación de superficies de labor en el Lerma (hectáreas)

<i>Decenio</i>	<i>Total</i>	<i>Riego</i>	<i>Jugo</i>	<i>Temporal</i>	<i>C/arbust. y cultiv.</i>
1950	51 117	7 470	2 948	24 061	8
%	100.0	14.6	3.1	81.2	1.1
1960	57 791	11 551	731	44 801	708
%	100.0	20.0	1.3	77.5	1.2
1970	55 398	7 875	766	46 035	722
%	100.0	14.2	1.4	83.1	1.3

Fuente: Censos Agropecuarios 1950, 1960 y 1970. Se incluyen en el Valle de Lerma los municipios de Almoloya del Río, Almoloya de Juárez, Capulhuac, Huixquilucan, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio de la Isla, San Mateo Atenco, Texcalyacac, Tianguistenco, Xonacatlán, Zaragoza y Zinacantepec (Estudios y Proyectos, 1975).

Es un tanto complejo hablar de “presión demográfica”. Ésta tiene manifestaciones y causas muy concretas. En la ganadería de Lerma, por ejemplo, la superficie de pastos disminuyó en 39.4% entre 1930 y 1970, mientras que dos de las especies más explotadas —vacuna y lanar— crecieron en sendos 59.2 y 68.6% durante el mismo periodo, lo que se traduce en un mayor número de cabezas por hectárea y por supuesto, en un mayor sobrepastoreo. Por otra parte, en la decisión de los agricultores de “roza” de dejar descansar menos tiempo los terrenos, influye un complejo de factores, tales como el crecimiento de la población agricultora, la disminución de las tierras resultante del acaparamiento, el crecimiento urbano, etcétera.

Queda claro que las actividades regionales se afectaron a sí mismas, ¿pero cómo las afectó el sistema de abastecimiento? Sólo contamos con información sobre cómo se vio afectada la agricultura, y que en algunos casos puede hacerse extensiva a la ganadería. En cuanto a la silvicultura, se puede afirmar que se afectó a sí misma y al abastecimiento, pues se alteró la capacidad de la superficie de infiltrar el agua alimentadora de los acuíferos.

En 1966 el Departamento del Distrito Federal y el gobierno del Estado de México firmaron un convenio en el que, a cambio de la extracción de aguas para la ciudad, las autoridades desecarían

7 000 hectáreas de las exlagunas, con el fin de que fueran aprovechadas para la agricultura.

La promesa, por desgracia, no pudo realizarse, por una razón un tanto contradictoria: la extracción de agua sí provocó, junto con la deforestación y la sobreexplotación de suelos, la desecación de amplias superficies, y la compactación y hundimiento diferencial de otras más, fenómenos acompañados, durante la época de lluvias, del encharcamiento e inundación de esos terrenos, todo lo cual redundó en que no pudieran ser aprovechados agrícola o pecuariamente. Tampoco fue posible desarrollar una agricultura de riego, pues se carecía del agua; mucho menos la chinampería, que encuentra en los suelos de jugo su principal sustento.

Como resultado de lo anterior, las actividades primarias decayeron, por sus mismas limitaciones técnicas, por la construcción y operación del sistema de abastecimiento y por dos factores aparecidos durante recientes décadas: la industrialización y la urbanización de la zona, que se han dado a costa de superficies otrora dedicadas a esas actividades.

Hablaré a continuación del Mezquital. El principio de la presente centuria marca para el agreste valle una era llena de promesas. En 1900 se concluyó el sistema de desagüe, el de saneamiento en 1902. Ambos condujeron a la zona las aguas negras ciudadanas, tan necesarias para impulsar una agricultura que no obstante contar con buenas tierras, carecía del vital líquido.

A diferencia del valle de Lerma, negativamente afectado por el sistema para abastecer a la ciudad de México, el valle del Mezquital comenzó a vivir una situación más bien paradójica: aunque una proporción de su superficie y pobladores se vieron favorecidos por el aprovechamiento en riego, de las aguas provenientes de la capital, tal beneficio no estuvo exento de negativos efectos ecológicos, los cuales a la larga se revirtieron socioeconómicamente.

A partir de la operación del desagüe porfiriano se consolidaron en el Mezquital dos zonas agrícolas, las cuales se diferenciaron, entre otros factores, por el acceso a o la carencia del agua. La primera región, seca, con agricultura de temporal y habitada predominantemente por otomíes, ha explotado el ixtle, el cardón, el maguey y el nopal, al igual que productos básicos como el frijol

y el maíz. De este último se obtienen magros rendimientos que oscilan entre los 500 y los 550 kilogramos por hectárea.

Diversas son las condiciones en la zona irrigada del Mezquital, en la que, gracias a las aguas citadinas y a la construcción de infraestructura de riego,⁹ se ha fomentado una verdadera agricultura comercial que ha convertido al valle en el productor agrícola número uno de Hidalgo, en el que se cultivan con éxito alfalfa, sorgo, cebada, avena, frijol, trigo y maíz, así como cultivos con alto riesgo de contaminación por aguas negras, tales como tomate, calabacita, espinaca, chile, zanahoria, betabel, ajo, cebolla, cilantro semillado y frutas como durazno y chabacano.

Para sopesar el dinamismo agrícola registrado en el valle del Mezquital, a raíz de la construcción, operación y ampliación del sistema de drenaje y de la infraestructura de riego, se puede rastrear la tendencia, entre 1930 y 1980, de indicadores tales como superficie, volumen de producción y rendimiento de dos cultivos fundamentales: maíz y alfalfa, producido el primero tanto en superficies de riego como de temporal —aunque en recientes fechas ha perdido peso en las primeras—, característico el segundo de los terrenos de riego.

Aunque la superficie dedicada al maíz registró una tendencia zigzagueante, se incrementó en 33.7% entre 1930 y 1980. El volumen de producción mostró aumentos sorprendentes, que en 1980 la llevaron a colocarse 392% arriba de como estaba en 1930. El rendimiento por hectárea pasó de 581.6 kilogramos por hectárea en 1930, a 2 144.4 kilogramos por hectárea en 1980 (véanse cuadros 4 y 5).

La información muestra el papel del uso de riego en el aumento del rendimiento promedio regional de maíz, más cuando se considera que sólo 55.3% de la superficie total dedicada al cereal fue cultivada bajo riego; que mientras el rendimiento obtenido en terrenos de riego fue de 3 439.2 kilogramos por hectárea, el

⁹ La zona cuenta con 37 862 hectáreas de riego y con la siguiente infraestructura: tres presas de almacenamiento con una capacidad conjunta de 277.3 millones de metros cúbicos, seis presas de derivación; en cuanto a redes de conducción y distribución, 203 kilómetros de canales principales, 207.5 kilómetros de canales laterales, 26.2 kilómetros de canales principales revestidos, 21.5 kilómetros de canales laterales revestidos, 43.9 kilómetros de red de drenaje y 750.8 kilómetros de red de caminos (INSISA, s/f).

CUADRO 4

Superficie, producción y rendimiento del maíz en el Mezquital

<i>Decenio</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Volumen de producción (kilogramos)</i>	<i>Rendimiento (kg/ha)</i>
1930	38 464	22 370 995	581.6
1950	31 420	23 452 924	746.4
1960	61 462	54 066 000	879.6
1970	47 959	54 533 828	1 137.1
1980	51 427	110 282 000	2 144.4

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930, 1950, 1960 y 1970. La última información se obtuvo de INEGI, 1987. Se incluyen en el valle del Mezquital los municipios de Ajacuba, Alfayucan, Atitalaquia, Actopan, El Arenal, Chilcuautla, Ixmiquilpan, Santiago, Tasquillo, Zimapán, Cardonal, Mixquiahuala, San Salvador, Tula de Allende, Tepeji del Río, Tetepango, Tlaxcoapan, Atotonilco, Tula, Huichapan, Nopala, Tepetitlán y Tezontepec.

CUADRO 5

Superficie, producción y rendimiento del alfalfa en el Mezquital

<i>Decenio</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Volumen de producción (kg)</i>	<i>Rendimiento (kg/ha)</i>
1930	2 072	56 542 615	27 288.9
1950	5 262	201 889 370	38 367.4
1960	5 394	205 161 000	38 035.0
1970	19 342	500 767	25.8
1980*	26 098	224 968 600	86 201.4

* INEGI, 1987.

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930, 1950, 1960 y 1970. Se incluyen en el valle del Mezquital los municipios de Ajacuba, Alfayucan, Atitalaquia, Actopan, El Arenal, Chilcuautla, Ixmiquilpan, Santiago, Tasquillo, Zimapán, Cardonal, Mixquiahuala, San Salvador, Tula de Allende, Tepeji del Río, Tetepango, Tlaxcoapan, Atotonilco, Tula, Huichapan, Nopala, Tepetitlán y Tezontepec.

logrado bajo sistema de temporal apenas llegó a 542.1 kilogramos por hectárea; que la existencia del riego acrecienta, por tanto, el rendimiento regional.¹⁰

Típico de la agricultura de riego, el cultivo de alfalfa registró los aumentos más sobresalientes entre 1930 y 1980, de 11 veces su

¹⁰ Para mayor información al respecto, véase Patricia Romero, 1991, cap. VII, apartado III.

monto inicial. Igual ocurrió con producción y rendimiento, cuando menos en términos de tendencia. El volumen se incrementó en 297% durante igual periodo. El rendimiento promedio dio un salto espectacular, de 27.3 toneladas por hectárea en 1930, a 86.2 toneladas por hectárea en 1980 (véase cuadro 5).

Tan espectacular desarrollo de la zona irrigada, convertida en una especie de vergel dentro de la aridez del Mezquital, no ha estado exento de contradicciones. Las mismas aguas que permitieron el dinamismo agrícola, redundaron en negativos efectos ecológicos que se han revertido social y económicamente.

La alfalfa es ejemplo de ello. Su periodo productivo se redujo durante las últimas décadas; de haber oscilado entre los 6 y 8 años en la década de los cincuenta, es en la actualidad de entre 3 y 4 años. La alfalfa es altamente lucrativa en cuanto a pago al contado, pero demanda una inversión inicial relativamente alta. De ahí que la disminución en el periodo vital del forraje incida negativamente en su valor lucrativo.

La causa del problema con el alfalfa se encuentra en las características del líquido usado en riego. Se trata de aguas negras que, no obstante, se mezclan con las de los ríos, presentan gran incremento en contenido de diversas sustancias tóxicas y patógenas. Especialmente dañinos a la alfalfa son los detergentes y desechos de la industria química, los cuales afectan los nódulos de las raíces obstruyéndolos.

Es poca la información cuantitativa respecto a concentraciones de contaminantes en las aguas residuales. Se habla mucho de la existencia, de "concentraciones de coliformes fecales de 8×10^8 a 4.7×10^9 por cada 100 ml/l" de aguas residuales;¹¹ de la "presencia de detergentes sintéticos difícilmente biodegradables, tipo alquilbenzeno-sulfonato (ABS) que a concentraciones altas aumenta la rapidez de infiltración (y) que es tóxica para algunos cultivos y hortalizas".¹²

¹¹ Sánchez, 1988, p. 354.

¹² Según añaden los autores, "estudios realizados en EUA, indican que en aguas residuales existe una relación de un virus por cada 92 000 coliformes y estiman que entre 30 y 100 partículas virales de una cepa de poliovirus infecta/n/ a niños" (M. Escobar *et al.*, 1988, p. 178).

En cuanto a sustancias tóxicas, datos oficiales sobre 35 parámetros de calidad promedio del agua residual en el Distrito Federal (más de 25 de los cuales son aplicables a la industria) pueden decir más sobre contaminación en el Mezquital.¹³ Si uno compara los parámetros con los límites máximos permisibles del anteproyecto de la “Norma oficial mexicana para las descargas de aguas residuales provenientes de la industria o de los servicios a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal” (Instituto Nacional de Ecología, 1993), encontrará que la industria excede estos límites, no sólo en el promedio diario, sino también en la descarga instantánea, lo que con todo y la dilución de contaminantes entre el punto de emisión y el arribo al Mezquital, significa la contaminación de este valle con sustancias tales como boro, sulfatos, fenoles, sulfuros, cadmio, cromo hexavalente, níquel, zinc, cadmio y plomo.

Además de incidir negativamente en la alfalfa, la utilización de aguas negras ha comenzado a plantear limitaciones en el cultivo del maíz y el trigo. Más grave es la situación del jitomate, la zanahoria, el betabel, la calabacita, los chiles, la lechuga y otras legumbres regadas con aguas residuales, no obstante las prohibiciones de la Comisión Nacional del Agua, fundadas en los negativos efectos de su consumo para la salud humana.

PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DEL AGUA

Los retos

No obstante contar con un sistema hidráulico colosal y destacar entre las ciudades mejor servidas del país, la zona metropolitana de la ciudad de México enfrenta una serie de insuficiencias y limitaciones, derivadas algunas de los ya destacados efectos de construcción y operación del sistema hidráulico, otras, de las presiones derivadas del dinamismo urbano, otras más, de limita-

¹³ Eike Duffing, “Problemática de la contaminación de agua en México”, en Congreso Nacional y Feria Internacional de Ecología; Balance y Perspectivas Ecológicas Nacionales, Puebla, 1 al 4 de abril de 1993 (mimeografiado).

ciones en la misma gestión del sistema. Comencemos por hablar del drenaje.

Desagüe y saneamiento se enfrentan al desplazamiento de la mayoría de sus componentes,¹⁴ resultante colateral de la sobreexplotación del agua subterránea y del que la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCCH) dice:

Tanto las redes primarias como las secundarias están dispuestas a desplazamientos y deformaciones provocadas por el asentamiento del subsuelo; este problema, y los azolves provocados por el arrastre del suelo y la basura, ocasionan una reducción en la capacidad original de los conductos.¹⁵

La anarquía en el crecimiento de las redes primaria y secundaria es otro talón de Aquiles del drenaje. La DGCCH del DDF se refiere a una de las grandes determinantes del problema: la población que explosiva e incontroladamente se expande sobre la ciudad y que “presiona primero para obtener agua, y en esa dirección responde el sistema político” (DGCCH, 1982, pp. 3.2 y 3.3). Después se trata de cubrir la demanda de la red secundaria de drenaje,¹⁶ lo que implica llegar a los asentamientos urbanos que muchas veces se ubican en laderas y terrenos accidentados, en que no se puede construir este servicio.

Además del impedimento de optar por el aprovechamiento de las aguas pluviales, el hecho de que el drenaje sea combinado (que recolecte aguas de lluvia y de albañal) “ha ocasionado que casi tres millones de personas carezcan de servicio de alcantarillado (o sistema secundario), porque los problemas de drenaje más apremiantes y que generan mayor presión política son los ocasionados por las inundaciones y no por la falta de drenaje sanitario”.^{17*} El desagüe

¹⁴ Sólo el drenaje profundo se encuentra a salvo de este fenómeno. Así lo indica la información oficial.

¹⁵ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *El Sistema...*, op. cit., p. 3.9.

¹⁶ Es decir aquella que recoge las aguas residuales de los usuarios junto con las pluviales (véase *supra*, Infraestructura hidráulica).

¹⁷ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *El Sistema...*, op. cit., pp. 3.2 y 3.3.

* Subrayado por la autora.

general, el elemento clave para enfrentar las inundaciones, es el que más cuesta construir, por lo que las autoridades no amplían la cobertura, mientras las zonas beneficiadas no puedan contar con desagüe general.

A lo anterior habría que agregar que el actual sistema se ha superpuesto al original construido durante el porfiriato, sólo que la actual red primaria corre de sur a norte —no de oeste a este como la porfiriana— y descarga sobre los conductos generales que van de poniente a oriente. La configuración de la red es compleja o más bien anárquica, pues ha respondido a los patrones de crecimiento de la ciudad. Existen, en fin, interferencias con otras infraestructuras como la del Metro, las cuales se han afrontado mediante el recurso de sifones.

Otro problema del drenaje es el de la cobertura, siempre insuficiente para atender las necesidades ciudadinas. En términos generales, sólo 76% de la población accede al usufructo del servicio, aunque como señala la DGCCH, existe en materia de drenaje “un mayor grado de diversidad regional que en el agua potable”, ya que al lado de delegaciones donde la cobertura es de casi 100%, como las del centro de la ciudad, hay otras localizadas en el sur y sureste, donde entre el 40 y 75% de la población carecen de él (DGCCH, 1982, pp. 3.2 y 3.3).

De ahí que el drenaje enfrente situaciones críticas, que incluso durante lluvias no muy intensas, sea insuficiente para captar los caudales que inundan la ciudad. Ni el sistema de drenaje profundo se ha visto exento de problemas. A pesar de la gran capacidad de captación con que fue dotado (de hasta 220 m³ por segundo) se ha tornado insuficiente frente a los requerimientos de la capital. La principal causa del fenómeno se encuentra, sin duda, en el explosivo crecimiento físico de la ZMCM, el cual sobrepasa con creces el área servida por los principales componentes del drenaje profundo.

Son graves los efectos ecológicos y socioeconómicos de la existencia de amplios y crecientes grupos que carecen de drenaje o que únicamente acceden a su componente secundario: las aguas residuales contaminan suelos, cauces y barrancas localizados a cielo abierto, además de existir el peligro, convertido no pocas veces en triste realidad, de que se infiltren y contaminen el líquido

subterráneo y los lugareños, al consumirlas, se intoxiquen o contraigan enfermedades infecciosas.

En materia de abastecimiento y a pesar de los esfuerzos de las autoridades por mejorar la calidad del servicio e incrementar la oferta del recurso, se enfrentan problemas como el de la desigual e insuficiente dotación del recurso, apuntada líneas arriba.

El despilfarro del líquido es otro componente de las condiciones de abastecimiento. Influyen en ello, las pautas de consumo de los usuarios y las fugas, presentes tanto en los sistemas de distribución como en muebles e instalaciones de casas, establecimientos comerciales, industriales, de servicios y públicos.

Las autoridades reconocen distintos porcentajes de pérdida de agua potable, no obstante lo cual tiende a existir consenso sobre un desperdicio de aproximadamente "mil millones de litros de agua al día, es decir, casi la tercera parte de lo que se consume diariamente" (Asamblea de Representantes del Distrito Federal).

Habría que reflexionar más detenidamente en torno a tales cifras y compararlas con las que se proporcionan en ciudades como Jakarta, con pérdidas de entre 40 y 50%, o con las que se dan en ciudades holandesas, con un 8% en redes nuevas y 12% en redes de más de una década. En ciudades alemanas se estiman pérdidas de 10% en redes nuevas y de 25% en redes de más de una década. Estas ciudades se localizan en suelos mucho más homogéneos que los de la ciudad de México, en zonas menos sísmicas. Primera y tentativa conclusión: las cifras sobre desperdicio de agua en la ciudad son bastante conservadoras.

Otro componente de la situación de abastecimiento es la ya mencionada sobreexplotación del líquido, que está cancelando la posibilidad de aprovechar el agua local, además de provocar la compactación y hundimiento del suelo y el dislocamiento de construcciones e infraestructura urbana, incluida la hidráulica. Abramos un paréntesis para destacar que las autoridades hidráulicas se referían, desde los cincuenta, a la urgencia de disminuir el ritmo y monto de extracción del agua del subsuelo. Este debía pasar de los $9.4 \text{ m}^3/\text{s}$ entonces utilizados a $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$, lo que significaba acabar con la sobreexplotación de $6.9 \text{ m}^3/\text{s}$.

No sólo no decreció la cantidad extraída: se incrementó, a pesar de las vedas de 1954 y 1957 que prohibían el uso de las aguas

subterráneas regionales. La justificante más socorrida de esta estrategia fue la necesidad de atender la creciente demanda, originada en el dinamismo económico-demográfico del área metropolitana de la ciudad. Otro argumento no menos importante adquirió carta de naturalidad entre las autoridades; sobre éste habla un documento publicado por la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México en 1971. Según la Comisión cuando, en la década de los años cincuenta, la Secretaría de Recursos Hidráulicos decidió vedar el uso de las aguas subterráneas regionales, no se tenía conocimiento suficiente del funcionamiento geohidrológico de la cuenca. Los posteriores avances en la materia permitían a la comisión establecer, a principios de los setenta, “la existencia de dos sistemas, acuíferos norte y sur, casi independientes, y las probables fugas de agua del primero hacia las calizas del Mezquital, Hidalgo”.¹⁸

Fue así como a partir de 1967 se ratificó el criterio de no explotar sin control alguno los acuíferos subyacentes a cualquier zona urbana de importancia, asentada sobre arcillas comprensibles:

Se recomendó que en otras zonas de la Cuenca donde no se causen perjuicios, pueden explotarse los recursos subterráneos, llegando a ser aceptable su sobreexplotación temporal, siempre que se lleve un control geohidrológico con técnicas modernas. La Comisión destacaba la importancia de este criterio, que permitiría ejecutar obras en las cuales la conducción sería más corta y su costo mucho menor.¹⁹

Certeras en términos de costos económicos y rapidez en las captaciones, las consideraciones de las autoridades hidráulicas adolecieron, sin embargo, de un inconveniente: la sobreexplotación nunca pudo ser temporal; todo lo contrario, la “necesidad” de atender la creciente demanda total hizo que en no contadas ocasiones, aumentara más de lo previsto el monto extraído en un primer momento, que se provocara una sobreexplotación de entre 16.9 y 21.1 m³ por segundo. Ya han sido anotadas, en el inciso Impacto

¹⁸ Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, “El abastecimiento de agua potable al área urbana continua de la ciudad de México”, 1971, p. 20.

¹⁹ *Idem.*

regional de este trabajo, las negativas consecuencias ecológicas y socioeconómicas de esta política.

Las tarifas son finalmente, uno de los más graves problemas en la gestión de abastecimiento y drenaje de la zona metropolitana de la ciudad de México, relacionado, este último, con la subfacturación y con la existencia de cuando menos dos autoridades encargadas de gestionarlos: el Departamento del Distrito Federal y el gobierno del Estado de México.

Información del Departamento del Distrito Federal señala que se enfrentan fuertes deficiencias en el cobro, originadas en un padrón de usuarios incompleto, que no distingue los diferentes usos a que se destina el agua, y en el hecho de que, no obstante más del 80% de las tomas registradas cuenta con medidores, la mitad de ellos están descompuestos. Tal situación no mejoró mucho con los incrementos tarifarios aplicados al iniciar 1990.²⁰

En cuanto al cobro por drenaje, o derecho por uso de la red de alcantarillado, se enfrentan peores condiciones, pues de un ingreso potencial calculado en 1980 en 346 millones de pesos anuales, no se alcanzó ni el millón de pesos.²¹

“Estrategia Metropolitana”, pieza maestra de la política hidráulica salinista

El diagnóstico

En junio de 1989 fue publicada la “Estrategia Metropolitana para el Sistema Hidráulico del Valle de México”, programa del gobierno salinista para gestionar la problemática de abastecimiento y drenaje de la zona metropolitana de la ciudad de México. Es importante analizar el documento, pues en él se condensa lo fundamental de

²⁰ Los incrementos desataron una ola de protestas entre los usuarios, que condujeron a las autoridades a proponer cuotas mínimas y descuentos para viudas, huérfanos y pensionados, así como a no volver a anunciar aumento alguno de las tarifas (*Excélsior, La Jornada y Uno más Uno*).

²¹ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *El Sistema...*, *op. cit.*

la filosofía del régimen, además de que se destacan los principales proyectos y medidas instrumentadas hasta el momento.

El documento parte de una afirmación categórica: “el valle de México, que en el pasado —¿durante el imperio azteca?— fue modelo de eficiencia hidráulica, ha perdido su equilibrio”. Se mantiene la sobreexplotación de sus aguas, no obstante “las enormes inversiones para traer aguas de otras cuencas”. Como resultado de esto —apuntan las autoridades— prosigue el abatimiento de los niveles freáticos, el hundimiento de terrenos, la afectación de infraestructura urbana.²²

El colosal esfuerzo hidráulico —reconocen las autoridades— ha sido vano, pues no se han logrado satisfacer en su totalidad las necesidades de abastecimiento y drenaje, es decir, la oferta total del servicio nunca ha logrado alcanzar a la demanda total, situación aún más acuciante en el caso del drenaje.

Por desgracia —agregan— se acrecentará la brecha entre oferta y demanda totales. Las autoridades calculan que, hacia el año 2000, aproximadamente 28 millones de habitantes vivirán en la zona metropolitana de la ciudad de México y demandarán alrededor de 88 m³/s. Pero —según se verá más adelante— no se tiene previsto construir nuevos sistemas de abastecimiento, por lo que no será posible acrecentar en igual proporción el caudal de agua. Si las autoridades mantienen su decisión, se acrecentará la brecha entre las necesidades de los usuarios y las posibilidades de satisfacerlas.

La “Estrategia” reconoce las limitaciones de la política tarifaria, que durante décadas permitió subsidiar a amplios sectores de nuestra urbe:

Las bajas tarifas prevalecientes facilitan desperdicios en el consumo y limitan la capacidad de ampliar y mejorar los sistemas, ya que éstas no cubren ni los costos de operación. Además de las bajas tarifas, los sistemas de recaudación son deficientes captando sólo entre un 25 y 30% del ingreso potencial.²³

²² Departamento del Distrito Federal-Gobierno del Estado de México, “Estrategia Metropolitana para el Sistema Hidráulico del Valle de México”, junio de 1989, pp. 1-2.

²³ *Ibid.*, p. 5.

Ya en 1957, en sus “Consideraciones sobre el dictamen de la Comisión especial sobre el financiamiento para atacar los graves problemas que enfrenta la capital de la república”, la Dirección General de Operación Hidráulica, antecesora de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, se refería a las bajas cuotas y a la necesidad de aumentarlas. Tal vez la favorable situación económica que entonces vivió el país y la política de inversión en infraestructura y de subsidios a la ciudad, hicieron que la propuesta quedara en el olvido, hasta 1982, cuando la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica volvió a tocar el tema, y a proponer dos estrategias para solucionarlo:

La primera se refiere al control de los egresos del SHDF (sistema hidráulico del Distrito Federal); las opciones disponibles incluyen restringir los programas de inversión, reducir tanto la compra de agua en bloque como los costos de conservación, operación y mantenimiento. La segunda dirección se refiere a modificar los ingresos del SHDF, incluyendo aumentos en las tarifas y mejoras en las eficiencias de facturación y cobranza.²⁴

Preocupadas por las tres dimensiones del diagnóstico suscitadamente destacadas (es decir, por algunos de los efectos ecológicos de la política hidráulica, por el dinamismo económico-demográfico de la capital y por las limitaciones financieras para enfrentarlos) las autoridades hidráulicas proponen un programa novedoso en algunos puntos.

Más que recurrir a

la extracción y conducción de agua desde otras cuencas como el Tecolutla y el Amacuzac (lo cual implicaría altos costos de inversión y ocasionaría problemas ambientales en las regiones de extracción, se debe optar por una alternativa que incluya), tanto el aumento en los caudales que se introducen a la red como la reducción drástica de las pérdidas y el desperdicio. En otras palabras, se debe actuar sobre la reducción de la demanda y no sólo sobre el aumento de la oferta.

²⁴ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *El Sistema...*, *op. cit.*, p. 18.5. Según se verá, importante proporción de estas propuestas es recuperada en la “Estrategia”.

El planteamiento separa a los funcionarios del Departamento, de la tradicional perspectiva de gestión hidráulica, inaugurada durante el porfiriato, y que consiste en otorgar peso exclusivo al factor económico-demográfico como determinante del incremento en la oferta total de ambos servicios, así como en dar prioridad al incremento de la oferta como principal mecanismo para atender esa demanda. Claro que —según se verá— el divorcio entre las autoridades y sus antecesoras no es radical, es más bien contradictorio, ya que no atacan integralmente algunos de los problemas que ayudarían grandemente a disminuir la demanda, además de que no proponen medidas para disminuir la sobreexplotación de agua.

Recuperando una de las citadas propuestas de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (1982) y buscando lograr la autosuficiencia financiera, las autoridades proponen en la “Estrategia” el “diferimento en la explotación de nuevas fuentes externas al valle y [...] la disminución de la sobreexplotación del acuífero del mismo”.²⁵

El documento es congruente con su primer propósito, pues excepto la prosecución de las etapas tercera y cuarta del sistema Amacuzac, en ningún momento habla de nuevas obras para traer aguas de otras regiones. No menciona, sin embargo, medidas concretas para disminuir los niveles de explotación del agua de la cuenca; tampoco habla de cómo disminuir la explotación de las aguas del Lerma y evitar que en Amacuzac se repita la experiencia de aquél.

Con sus propuestas, las autoridades rompen con una estrategia iniciada desde el porfirismo, que consistía en otorgar peso al binomio incremento de la demanda total-necesidad de aumentar la oferta total. Pero el rompimiento no es radical, pues aunque siguen preocupándose por la sobreexplotación del agua, no toman medidas para disminuirla. El único ámbito en el que se distancian profundamente de sus antecesoras es el del financiamiento. Las autoridades son las primeras en convertir a la autosuficiencia financiera en tema prioritario de la política hidráulica.

²⁵ Departamento del Distrito Federal-Gobierno del Estado de México, “Estrategia...”, *op. cit.*, pp. 6, 7 y 8.

Lo anterior no significa que las autoridades no reconozcan la importancia del dinamismo económico-demográfico de la ciudad, como determinante fundamental de la creciente demanda total de agua y drenaje. Lo hacen e incluso se quejan de que su satisfacción implica fuertes erogaciones financieras para el gobierno. El problema radica en que, siguiendo una pauta que se remonta a los cincuenta, no mencionan alternativa alguna para detener ese dinamismo. No sólo eso, lo fomentan por medio del impulso y el aval a proyectos, tales como la supercarretera México-Toluca, los desarrollos Santa Fe, Alameda, Cuicuilco, etcétera.

De ahí se deriva la contradicción fundamental que desde los 50 han enfrentado las autoridades hidráulicas: difícilmente se podrá detener el incremento de la demanda total de los servicios de agua y drenaje, si no se toman medidas para frenar el dinamismo de la ciudad, la tendencia a su megalopolización. El aumento en la demanda tarde o temprano presionará a las autoridades para que, en lo que a abastecimiento se refiere, incrementen los de por sí excesivos índices de extracción y hasta opten por captar el líquido de otras fuentes. Destacan entre los factores que tornarían problemática una política de incremento del agua extraída:

a) La construcción y operación de nuevos sistemas implicará cada vez más altos costos financieros, pues el líquido deberá traerse de fuentes lejanas, como Tecolutla en Veracruz.

b) Si la extracción sigue las pautas que hasta ahora se han aplicado en Xochimilco, Lerma y Cutzamala, se provocarán severos efectos ecológicos y socioeconómicos, tales como desaparición de manantiales, abatimiento de los niveles freáticos, desecación, compactación y hundimiento diferencial de superficies y afectación de las actividades primarias locales.²⁶

c) Lo más seguro es que, como en Lerma y Xochimilco, los lugareños no estarán de acuerdo con las obras, por lo que las autoridades pagarán altos costos políticos, si optan por realizar las obras.

²⁶ Véase *supra*, inciso Impacto extrarregional de este trabajo. Revisar también, para una información más detallada sobre los efectos de la construcción y operación de los dos sistemas, Patricia Romero, "Historia de las obras de abastecimiento de agua y drenaje de la ciudad de México y de su impacto socioambiental", 1991.

Ante el dinamismo económico-demográfico de la ciudad, las autoridades se enfrentan también, en materia de drenaje, a la contradictoria necesidad de aumentar la cobertura del servicio, so pena de que los usuarios no atendidos emitan sus aguas residuales donde puedan y contaminen así, cauces, suelos y hasta mantos acuíferos.²⁷

Las alternativas de las autoridades

Más que tocar la espinosa contradicción entre la necesidad de incrementar la oferta de los dos servicios y la urgencia de reestructurar la política hidráulica, en la estrategia se proponen otros mecanismos para aumentar la oferta y disminuir la demanda. A continuación se presentan las medidas destinadas a cumplir con el primer cometido.

a) Protección de las zonas de recarga del acuífero, mediante la expropiación de 727 hectáreas en la zona media del Ajusco y su conversión en zona natural protegida; el “Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco”; el saneamiento de las barrancas al sur y sureste; la protección contra el poblamiento, de zonas de Ecatepec, sierras de Santa Catarina y Guadalupe, Chalco y Tecámac; la construcción de lagunas de regulación; la construcción de obras para la retención del agua pluvial, y la recarga del acuífero, mediante la inyección de aguas con tratamiento terciario.

¿Servirán las lagunas de regulación, situadas en zonas arcillosas, para recargar el acuífero? Localizadas en el sur del Distrito Federal, las lagunas de regulación servirán más para recibir y drenar las aguas residuales y pluviales de las subcuencas de San Buenaventura y San Juan de Dios que para infiltrar el agua, ya que el líquido que reciben está contaminado, además de que por las características técnicas de los diques de contención de las lagunas, los suelos están compactados, de manera que se impide que infiltren agua al subsuelo.

¿Se circunscriben las áreas de recarga a las superficies expropiadas en el Ajusco medio, cerros de la Estrella y Guadalupe? Las

²⁷ Véase *supra*, Los retos.

superficies de infiltración y recarga del acuífero no se reducen a las expropiadas; abarcan la serranía del Chichinautzin, al sur de la cuenca, la sierra Nevada, al sureste y en menor proporción la sierra de las Cruces, en el oeste.²⁸ De ahí que la medida, no obstante su utilidad, resulte insuficiente.

La recarga del acuífero se lleva a cabo mediante programas piloto. Se tiene previsto orientar la producción de las plantas de tratamiento de San Luis Tlaxialtemalco, El Rosario e Iztacalco a la recarga del acuífero por inyección directa. Lo que se hace en la planta de San Luis puede ilustrar el carácter de estos proyectos.

Para iniciar la recarga al acuífero se seleccionó el pozo San Luis 15, al cual llegará una línea que conducirá el agua renovada producida por la planta de San Luis Tlaxialtemalco. Adicionalmente se perforaron 3 pozos de observación a través de los cuales se conocerá la evolución del nivel y calidad del agua de recarga, al mezclarse con el agua del acuífero de la zona.²⁹

Ojalá en la implementación de estos proyectos, las autoridades corroboren lo que especialistas en la materia han advertido: que la cantidad de agua infiltrada por inyección es mucho menor que la infiltrada por precipitación, además de que la inyección de ninguna manera significa la rehidratación del suelo que alberga al acuífero.³⁰ Por lo que puede concluirse que la inyección no contribuirá grandemente a la alimentación de los acuíferos y por esta vía, al incremento del agua disponible, además de que no logrará que las superficies inyectadas recuperen sus antiguas características geofísicas, es decir, que se descompacten, vuelvan a ser porosas, etcétera.

b) Tratamiento y reuso, ámbito en el que se contemplan medidas atinadas, a las que debería darse más decidido impulso. De acuerdo con la estrategia, "se aplicará estrictamente la reglamenta-

²⁸ Departamento del Distrito Federal, *Memoria de las obras de drenaje profundo*, México, 1975, tomo IV, mapa I.

²⁹ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, "Planta de tratamiento de aguas residuales San Luis Tlaxialtemalco", s/f.

³⁰ R. Rodríguez *et al.*, "Estudio geoelectrónico del sistema acuífero de la cuenca de México", 1989, pp. 191-206.

ción que sanciona y obliga a las industrias a vertir sus aguas residuales con determinadas calidad física, química y biológica". En tanto la medida no quede en el papel, como una propuesta que la antecedió,³¹ se podrán revertir muchos de los ya destacados problemas socioambientales provocados por el uso agrícola de las aguas negras.

Se promoverá la participación de la iniciativa privada en el tratamiento de agua residual y en su uso en actividades que no requieren agua potable. Un avance fue la firma, en 1990, entre el gobierno y los industriales de Vallejo, de un convenio para concesionarles la operación, mantenimiento y distribución de aguas tratadas. Aunque a pasos forzados, la asociación está trabajando en la puesta en marcha de la planta Acueducto de Guadalupe.

Existe, sin embargo, una paradoja: los costos de tratamiento y distribución de aguas tratadas superan grandemente las tarifas que los industriales pagan por el consumo de agua potable, tarifas que, por cierto, son excesivamente bajas en relación con los costos de extracción y distribución del líquido potable.³² Esto desalienta el interés de los industriales por el tratamiento de aguas negras o por la compra de aguas tratadas.

Los industriales han enfrentado otros problemas en la operación de la planta de Vallejo: ésta no produce agua residual con la calidad acordada en el convenio, además de que su estado técnico tuvo que mejorarse a través de recursos anteriormente proporcionados por los industriales. De ahí que algunos de ellos —entrevistados por quien esto escribe— hayan manifestado su descontento.

Se estudiará la conveniencia de construir plantas de tratamiento terciario, con el fin de infiltrar el agua que producen y reabas-

³¹ Departamento del Distrito Federal-Gobierno del Estado de México, "Estrategia...", *op. cit.*, p. 13. En cuanto a la propuesta, fue lanzada en los cincuenta por la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. Pionera para su época, la sugerencia decía a la letra: "reglamentar los desechos industriales para evitar la contaminación de las aguas negras" (CHCVM, 1970).

³² De acuerdo con una nota periodística aparecida el 3 de enero de 1990, "la Comisión Nacional del Agua (CNA) considera inadecuados los criterios para la fijación de tarifas del líquido por parte del gobierno del Distrito Federal, ya que el agua residual tratada se vende más cara que la potable, lo que induce a las industrias a optar por esta última" (*El Sol de México*).

tecer los acuíferos. Un avance son las plantas de San Luis Tlaxialtamalco, El Rosario e Iztacalco, que ya están en operación.³³

c) Consolidación de la infraestructura de abasto y distribución. Con el fin de optimizar al máximo la infraestructura existente, se contempla construir las etapas tercera y cuarta del sistema Cutzamala, continuar la construcción del Acuaférico y hacer otras obras. Resulta entendible que las autoridades quieran sacar el mayor provecho del sistema Cutzamala; únicamente se debe cuidar que la presión del dinamismo económico-demográfico ciudadano no acabe por orillarlas a incrementar el monto extraído de Cutzamala.

En materia de drenaje e inmersas en lo que llaman “manejo integral del sistema hidráulico”, las autoridades proponen continuar la ampliación de la infraestructura básica: “túneles profundos y semiprofundos, redes, plantas de bombeo y lagunas de regulación”. Se prestará particular atención a la zona sureste de la capital, aunque también se construirán “obras de drenaje sanitario en las partes altas del poniente y sur, para sanear los cauces y preservar las zonas de recarga del acuífero”.³⁴ El problema radica en que —según ya he señalado— la ampliación de esa infraestructura será siempre insuficiente para atender las cada vez mayores necesidades de la ciudad.

Para actuar sobre la demanda y disminuirla se pretende aplicar las siguientes medidas, especialmente centradas en el ámbito del abastecimiento:

1) Racionalización del consumo y optimización de los sistemas. Siguiendo la segunda propuesta de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica para lograr la autosuficiencia financiera (*supra*, Los retos), las autoridades buscan “aumentar la cobertura de recaudación y racionalizar las tarifas con el fin de mejorar la situación financiera de los sistemas, disminuir el consumo y evitar desperdicio”.³⁵ Para ello, se aplicarán las siguientes

³³ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *Compendio 1983-1991*, 1992, p. 53.

³⁴ Departamento del Distrito Federal-Gobierno del Estado de México, “Estrategia...”, *op. cit.*, p. 12.

³⁵ *Ibid.*, p. 19.

medidas: meticulosa inspección que permita detectar pozos clandestinos, desarrollo de un sistema eficiente de catastro, lectura más cuidadosa de los medidores de consumo y aumento tanto de las tarifas como de la población sujeta a cobro.

En materia de financiamiento, las autoridades han aplicado dos medidas. La primera fue el incremento de tarifas en 1990, acción que —ya ha sido destacado— levantó airadas protestas entre los usuarios, lo que orilló al Departamento del Distrito Federal a decidir que pensionados, viudas y huérfanos pagarían una cuota mínima de cinco mil quinientos pesos bimestrales y 50% menos por consumo de agua, así como a no aplicar otros incrementos. La segunda medida, que en estos momentos se está instrumentando, consiste en la privatización de los servicios de agua potable; medida que busca que la población pague por ellos y lo haga puntualmente. No es mucho lo que se puede decir sobre la privatización, puesto que las medidas aún no son oficiales.

Según información periodística, se prevé concesionar los servicios al grupo Agua de México, que aplicará un programa de tres etapas:

las dos primeras corresponden a instalación de medidores, lectura y facturación, por medio de sistemas de computación, en donde la inversión inicial será mínima, pero en la tercera etapa, consistente básicamente en la operación de las redes de distribución y del sistema de drenaje, se involucra un programa de inversión de 100 millones de dólares.³⁶

2) Ahorro y uso eficiente del agua. Se busca utilizar al máximo los caudales de abastecimiento, mejorar la administración y reglamentar la prestación de los servicios de agua y drenaje, crear conciencia en los usuarios y reducir los consumos de agua en los muebles y accesorios hidráulicos. Un paso en este objetivo, es el Programa de Uso Eficiente de Agua (PUEDA) iniciado en junio de 1989, que pretende sustituir 4 000 000 de muebles de baño en el área metropolitana. El programa inició una primera fase de sustitución de 110 000 en el sector público y se encuentra en la segunda

³⁶ *El Financiero*, 26 agosto de 1993.

fase (de sustitución en los sectores industrial, comercial y de servicios).³⁷

3) Manejo integral del sistema hidráulico. La "Estrategia" reconoce la conurbación que vive la ciudad, por lo que considera conveniente instaurar una sola autoridad controladora del agua. Esta medida, de vital importancia y sugerida ya por administraciones anteriores, enfrenta obstáculos para ser puesta en práctica, precisamente porque con ella se enfrentan esferas de acción e injerencia de las dependencias que gestionan el sistema hidráulico, una de las cuales —la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica— tiene gran poder de decisión y ha sido una de las más perennes y estables; existe desde 1953, aunque en el momento de su aparición se llamaba Dirección General de Obras Hidráulicas.

CONSIDERACIONES FINALES

Catalogada como obra maestra de la ingeniería mexicana, la infraestructura hidráulica de la ciudad de México permite abastecer de agua y sanear a gran porcentaje de población y establecimientos económicos, así como protegerlos contra inundaciones. Lo hace con "costos" muy altos, no sólo por las erogaciones implicadas en construirla y operarla y que no se cubren mediante las tarifas, sino también por las consecuencias ecológicas y socioeconómicas de construcción y operación, consecuencias que son regionales (afectan a establecimientos y habitantes de la ciudad) y extrarregionales (afectan a las actividades y pobladores del valle de Mezquital, Cutzamala y el valle de Lerma). Lo que evidencia la interdependencia entre los distintos ambientes del país y del planeta.

Pero la obra hidráulica no actúa sola. Se articula en la cuenca del valle de México con otros fenómenos: deforestación, sobreexplotación de suelos de laderas, dinamismo urbano, contaminación de suelos y aguas, etcétera. Actúa en el valle de Lerma en concatación con el clareamiento de amplias superficies, una ganadería

³⁷ Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *Memoria programa de uso eficiente de agua*, 1992.

extensiva y una agricultura predominantemente temporalera, para configurar fenómenos tales como la desaparición de manantiales, la desecación, la compactación y hundimiento del terreno, etcétera.

De lo anterior se puede obtener una conclusión: al estudiar el impacto de una obra o actividad —de los sistemas de abastecimiento y drenaje en este caso— se debe considerar que no es aquella la única causante del impacto, sino que existen otras causas, tales como: los estrechos vínculos que mantienen los recursos y ambientes de esa región (los bosques, lagos y superficies de ladera en la cuenca del valle de México); las diversas actividades desarrolladas en esa región, y los variados factores que se concatenan para producir un fenómeno de deterioro.

Otra conclusión se puede extraer de lo dicho en este estudio, los efectos ecológicos de una obra o actividad se revierten social y económicamente; afectan a la actividad que provocó el efecto y a aquellas otras que dependan de los recursos naturales de la zona en cuestión. La extracción de agua del Lerma, por ejemplo, se ha afectado a sí misma, pues al sobreexplotar el acuífero, cancela la posibilidad de mantenerse a largo plazo. No sólo eso; afecta la agricultura regional, en tanto ésta enfrenta un doble y contradictorio proceso de desecación de superficies y creciente impacto de las inundaciones.

Resulta sumamente complejo y difícil gestionar la obra hidráulica, sobre todo por la contradicción fundamental entre la necesidad de incrementar la oferta total para satisfacer el crecimiento de la demanda total —resultante del dinamismo ciudadano que las mismas autoridades fomentan— y la urgencia de disminuir la sobreexplotación de diversas fuentes de abastecimiento. Destacan, entre otros factores que dificultan la gestión del agua:

- a) La injerencia de diversas autoridades que, a pesar de no estar dispuestas a ceder facultades, llegan a interferir entre sí, lo que se traduce en traslapamiento de tareas.
- b) Los déficit financieros, resultantes de un padrón de usuarios incompleto, de la subfacturación y de las bajas tarifas.
- c) La desigual distribución de agua y drenaje, pues aunque la ciudad es una de las mejor servidas del país, existen zonas que carecen de uno de los servicios o de los dos. Hay otras que no

tienen agua durante todo el año, o que sólo acceden al sistema secundario de drenaje.

Una pregunta queda en el aire: ¿se logrará con la privatización resolver estos problemas? No se puede responder cabalmente en estos momentos, pues las autoridades no han informado oficialmente sobre el carácter de los acuerdos que se están negociando.

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México (CHCVM), "La investigación del efecto que produce en los cultivos y el ganado el empleo de agua conteniendo detergentes", México, SARH, 1971, 52 pp.
- , "La Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México (1951-1970)", México, SRH, 1970, 39 pp.
- , "El problema de las tolveneras en la ciudad de México", México, SRH, 1970, 95 pp.
- , "Presencia del boro en las aguas negras de la ciudad", México, SRH, 1971, 37 pp.
- , "Los acuíferos del alto Lerma", México, SRH, 1970, Apéndices (Convenios), 60 pp.
- , "El abastecimiento de agua potable al área urbana continua de la ciudad de México", México, SRH, 1971, 70 pp.
- Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM), "Estudio hidrológico del distrito de riego 03-Tula (El Mezquital) y Plan Hidráulico del Centro (Plhicen 1a. Etapa)", México, 1974, 54 pp.
- Departamento del Distrito Federal-Gobierno del Estado de México, "Estrategia Metropolitana para el Sistema Hidráulico del Valle de México", México, junio 1989, 17 pp.
- , *Memoria de las obras de drenaje profundo*, México, 1975, 4 tomos.
- , "Programa de Reordenación Urbana y Protección Ecológica; alternativas de uso eficiente del agua en ocho centros urbanos del Distrito Federal, Primera Etapa 1988", México, 1984, 385 pp.
- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, "Planta de tratamiento Cerro de la Estrella", México, DDF, s/f., 29 pp.
- , *El Sistema Hidráulico del Distrito Federal*, México, DDF, 1982.
- , *Compendio 1983-1991*, México, 1992, 67 pp.
- , *Memoria programa de uso eficiente de agua*, México, 1992, 51 pp.
- , "Consideraciones sobre el dictamen de la comisión especial sobre el financiamiento para atacar los graves problemas que enfrenta la capital de la República", México, marzo, 1957 (Oficio), 9 páginas.

- Dirección General de Estadística, "Censos agropecuarios 1960. Estado de México", 1965.
- , *V Censo agrícola, ganadero y ejidal Estado de México*, 1975.
- , *Censos agropecuarios 1960, Estado de Hidalgo*, 1965.
- , *V Censo agrícola, ganadero y ejidal de 1970, Estado de Hidalgo*, 1975.
- Duffing, E. "Problemática de la contaminación de agua en México", Congreso Nacional y Feria Internacional de Ecología, Balance y Perspectivas Ecológicas Nacionales, Puebla, 1 al 4 de abril de 1993 (mimeografiado).
- Escobar, M. *et al.*, "Una problemática ambiental en la región de Tula", en *Tula: el impacto social del proceso de industrialización*, México, Centro de Estudios de Población-Universidad Autónoma de Hidalgo, 1989, pp. 161-192.
- Estudios y Proyectos, S.A., "Estudio socioeconómico para el programa 'Orígenes del Lerma'", México, SRH, 189 pp.
- ICATEC, "Anteproyectos de protección de la margen izquierda del Río Lerma", México, SARH, 1984, 5 vols.
- INEGI, *Manual de estadísticas básicas del Estado de Hidalgo*, México, SPP, 1981, 598 pp.
- Instituto de Ingeniería, *Desarrollo de la productividad agrícola de la cuenca del Lerma de 1950 a 1970*, México, SRH, 1973, 55 pp.
- , *Anteproyecto para el aprovechamiento en riego de las aguas tratadas provenientes del corredor industrial Lerma-Toluca*, México, SARH, 1982, 2 tomos.
- Instituto de Geofísica, *Estudios para evitar la contaminación del acuífero del valle de México*, México, UNAM-ARH-CNA, 1988, 123 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), "Anteproyecto del INE para la modificación de la norma técnica ecológica a norma oficial mexicana", México, 1993 (mimeografiado).
- Rodríguez, R. *et al.*, "Estudio geoelectrico del sistema acuífero de la cuenca de México", en *Geofísica Internacional*, vol. 28, núm. 2, abril de 1989, pp. 191-206.
- , "Monitoreo geofísico en el entorno de un basurero industrial de desechos de cromo", en *Geofísica Internacional*, pp. 409-416.
- Romero, P., "Agua y aprovechamiento de los recursos naturales", en *Plan para la regeneración ecológica y el desarrollo regional de la cuenca hidrológica de Xochimilco*, México, Fundación Friedrich Ebert Stiftung-GEA, noviembre de 1990, pp. 45-58.
- , "Historia de las obras de abastecimiento de agua y drenaje de la ciudad de México y de su impacto socioambiental", México, 1991, 214 pp. (tesis de maestría).
- Sánchez, R., "Uso de aguas residuales en la agricultura" en *Retos y desarrollo tecnológico en la hidráulica*, tomo II, México, Asociación Mexicana Hidráulica, 1988, pp. 352-357.

- Secretaría de Economía Nacional, *Primer censo agrícola y ganadero. 1930, Estado de Hidalgo*, 1937.
- , *Primer censo agrícola y ganadero. 1930, Estado de México*, 1937.
- , *Tercer censo agrícola y ganadero. 1950, Estado de México*, 1955.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos, “Resumen del análisis preliminar del comportamiento hidráulico de los valles del Mezquital y Alfajayucan, Hidalgo”, México, 1974, 54 pp.
- , “Proyecto para el aprovechamiento de las lagunas del Lerma, Estado de México”, México, 1975, 135 páginas.



MEDIO AMBIENTE *problemas y soluciones*

Se terminó de imprimir en julio de 1994 en los talleres de Corporación Industrial Gráfica, S.A. de C.V., Cerro Tres Marías No. 354, México, D.F., C.P. 04200, Tel.: 544-7340.

Se imprimieron 1 000 ejemplares más sobrantes para reposición.
Formación y tipografía: Programa de Autoedición de El Colegio de México.
La edición estuvo al cuidado del Departamento de Publicaciones de El Colegio de México.



Con el objetivo de impulsar las investigaciones sobre el medio ambiente, el Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México y la Fundación Konrad Adenauer promovieron la publicación de este libro, el cual contiene artículos que tratan varios aspectos del tema dentro de la perspectiva multidisciplinaria que exigen las reflexiones de esa naturaleza; pero a partir de las áreas de especialización de sus autores. Los aspectos cubiertos van desde la discusión de los diversos instrumentos de la política ambiental, hasta el problema del mantenimiento de la biodiversidad genética del maíz, pasando por el estudio de la contaminación en tres grandes urbes: Buenos Aires, Berlín y la ciudad de México.

No obstante la diversidad de enfoques, temas y sujetos de análisis, los articulistas tienen un objetivo común: a partir de sus diagnósticos, proponer medidas que contribuyan al logro de un desarrollo sustentable; asimismo, señalar las limitaciones existentes para hacer análisis más completos sobre los problemas ambientales. El libro es, pues, una contribución para el diseño de políticas de sustentabilidad y una invitación a profundizar en el estudio de los conflictos entre el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente.

