

Ciudad y medioambiente

Rafael Betancourt

Economista. Instituto Canadiense de Urbanismo.

Los constructores de ciudades y los nacientes planificadores urbanos de los siglos XIX y XX esencialmente ignoraron o destruyeron la naturaleza dentro de la ciudad. Arroyos, humedales y líneas costeras fueron rellenados y pavimentados para abrir espacio a la expansión urbana. Carreteras y vías férreas han separado a los pobladores de sus bahías y costas. Se rebajaron lomas y se talaron bosques eliminando así la flora y fauna endémicas y se construyeron caminos, carreteras y edificios sin considerar las implicaciones para el medioambiente.

Con el advenimiento de la electricidad, la climatización, el transporte de personas, mercancías, recursos naturales y energía a largas distancias, los residentes urbanos se fueron aislando de la naturaleza y sus límites. Aun los paisajistas y las élites que crearon parques y áreas verdes para beneficio de los ciudadanos los veían como lujos, trozos de naturaleza introducidos dentro de la ciudad y no reconocían a esta como *parte* del medioambiente.

Hoy en día advertimos la necesidad de planear y diseñar las urbes aprovechando el valor social del medioambiente y haciendo uso de su poder. A partir

de la toma de conciencia ambiental de los años 70 y los 80 del siglo XX se comienza a pensar más sistemáticamente en cómo integrar el desarrollo urbano a la naturaleza y proteger al medioambiente de los abusos de los seres humanos. En los 80 y los 90 comienzan los esfuerzos por restaurar sistemas naturales dañados dentro de las ciudades. Surgen nuevas disciplinas como el paisajismo ecológico para analizar el funcionamiento de los ecosistemas reconstruidos, manejo de cuencas, restauración de aguas superficiales y el paisajismo con especies endémicas.

En este artículo propongo mirar a la ciudad desde el medio ambiente del que forma parte y al cual impacta: analizar su metabolismo, como ser vivo que es, proponer la sostenibilidad urbana —el equilibrio entre el desarrollo económico, social y ecológico— como la única alternativa posible de cara al futuro. A partir de la Estrategia Ambiental Nacional cubana, repasamos los principales problemas ambientales de nuestras ciudades —contaminación, pérdida de biodiversidad, carencia de agua— y alternativas para enfrentar sus causas. Nos detendremos en algunos aspectos claves, como el manejo de residuales líquidos

y sólidos, la «producción más limpia», el reúso y el reciclaje, la conservación y restauración, el ahorro de energía y la arquitectura verde.

Ciudad y naturaleza

La naturaleza integra a la ciudad. Es fácil y común desligar estos conceptos en el proceso de diseñar y construir ciudades.¹ Lo obvio es percibir en la ciudad la ausencia de ambientes naturales: bosques, ríos, campos y ciénagas. Por ello dejamos de ver a la naturaleza como un sistema integrado e interconectado que funciona de cualquier modo, independientemente de la localidad.

La naturaleza en la ciudad es mucho más que árboles y jardines. Es también el aire, la tierra, el agua que tomamos y desechamos, los organismos con quienes convivimos. Constituye la consecuencia de una complicada interacción entre las múltiples funciones y actividades de los seres humanos y otros organismos vivos, con los procesos naturales que determinan la transferencia de energía, el movimiento del aire, la erosión de los suelos y el ciclo hidrológico.²

La ciudad es parte de la naturaleza, pero por tradición, se la ha enfrentado a la naturaleza. La creencia de que existe aparte o es la antítesis de la naturaleza, ha invadido la percepción sobre ella y el modo en que es construida. Esta filosofía ha creado o agravado muchos de los problemas ambientales urbanos: agua y aire contaminados, recursos agotados, inundaciones y deslizamientos, derroche de energía y, a menudo, fealdad. Como dice Anne Spirn en su clásico libro, *El jardín de granito*, aire, agua, organismos vivos, reconocidos y aprovechados, representan poderosos recursos para conformar un hábitat urbano favorable. Ignorados y subvertidos, provocan los problemas que han plagado a las ciudades por siglos.³

El metabolismo de las ciudades

El aporte de las ciencias naturales al conocimiento sobre cómo funcionan los ecosistemas puede contribuir en gran medida a resolver los problemas de sostenibilidad urbana. La ciudad, como cualquier conjunto de organismos, tiene un metabolismo propio, definible, que consiste en el flujo de recursos y productos a través del sistema urbano para satisfacer las necesidades de las poblaciones.⁴

El metabolismo de los ecosistemas naturales es esencialmente *circular* en tanto cada producto despedido por un organismo se convierte en insumo que renueva

y sostiene la continuidad de todo el entorno vivo del que forma parte: una cadena de beneficio mutuo.

Por el contrario, el metabolismo de la mayoría de las ciudades modernas es en esencial *lineal*, con los recursos impulsados a través del sistema urbano sin mucho cuidado por su origen o el destino de los residuales, lo cual genera la descarga de enormes cantidades de desperdicios incompatibles con los sistemas naturales. En la gestión urbana prácticamente no hay conexión entre los insumos y los productos.

El modelo lineal urbano de producción, consumo y disposición es insostenible y socava la viabilidad ecológica de las ciudades, por su tendencia a perturbar los ciclos naturales.

El flujo de recursos naturales hacia dentro y de residuales hacia fuera de las ciudades representa uno de los más grandes desafíos para la sostenibilidad urbana. Esto obliga a «cerrar el ciclo» mediante el reciclaje, el reúso, la refabricación y otras vías para aprovechar los residuales que habitualmente van a basureros e incineradores. Para el urbanista, se trata de *pensar en sistemas ecológicos*: convertir los productos urbanos en insumos de otros sistemas productivos mediante el reciclaje habitual de papel, metales, plástico y vidrio, así como la conversión de materiales orgánicos, incluyendo albañales, en compost o fertilizante natural, para devolver los nutrientes a las tierras agrícolas que alimentan a las ciudades.

Sin embargo, reducir el consumo de agua y otros recursos naturales es el primer y más importante paso para lograr la sostenibilidad urbana. El segundo, un uso más eficiente de la energía urbana para reducir la dependencia de combustibles fósiles no renovables y sustituirlos por fuentes renovables como las energías eólica, solar, geotérmica, biomasa (conversión de materiales orgánicos en energía) y cogeneración (utilización de la energía de los residuales o el vapor de procesos industriales para generar calor o electricidad).

¿Qué significa sostenibilidad urbana?

Sostenibilidad describe un *estado* deseado y un conjunto de condiciones que persisten en el tiempo. Por su parte, *desarrollo sostenible* implica un *proceso* a través del cual se puede lograr la sostenibilidad. La Comisión Brundtland, en su informe *Nuestro futuro común* (1987), definió el desarrollo sostenible como el que «enfrenta las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades».⁵

El desarrollo sostenible es el equilibrio dinámico entre el desarrollo de los sistemas económico, social y ecológico. Puede deslindarse en:

Desarrollo económico

- Crecimiento económico sostenido.
- Máxima rentabilidad.
- Ampliación de mercados.
- Salarios adecuados.
- Tecnologías apropiadas.

Desarrollo ecológico

- Respetar la capacidad de carga del medioambiente.
- Conservar y reciclar recursos.
- Reducir los desechos.
- Restaurar los ambientes degradados.

Desarrollo social y comunitario

- Aumentar la autosuficiencia local.
- Satisfacer necesidades básicas humanas.
- Aumentar la equidad social.
- Garantizar la participación y la transparencia.⁶

Una concepción integral del desarrollo sostenible lo ve como

un proceso donde las políticas de desarrollo económico, científico-tecnológicas, fiscales, de elevación de la calidad de vida de la población, de comercio, energía, agricultura, industria, de preparación del país para la defensa y otras, se entrelazan con las exigencias de la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, en un marco de justicia y equidad social.⁷

Algunas de sus características son: equidad intergeneracional, social, geográfica y política; protección del ambiente natural; uso mínimo de recursos no renovables; vitalidad y diversidad económica; independencia y suficiencia comunitaria; bienestar individual; y satisfacción de necesidades básicas.

Resulta útil que cada ciudad defina colectivamente una estrategia urbano-ambiental y unos indicadores para poder medir su progreso hacia las metas de sostenibilidad.

La Agenda 21, programa de acción convenido por cerca de 179 Estados en la Cumbre de la Tierra (UNCED) en Río de Janeiro, 1992, refleja un consenso global hacia políticas que integran el medio ambiente y el desarrollo. En su capítulo 28 se invita a las autoridades en cada país a emprender procesos consultivos con sus poblaciones teniendo como objetivo alcanzar consenso, en una «Agenda 21 Local», de, para y con sus comunidades. Los actores en el referido proceso incluyen a las diversas entidades del gobierno, la sociedad civil y el sector privado, bajo el liderazgo de la autoridad local. El *Programa de apoyo a las Agendas 21 locales (A21L)* del Centro de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (CNUAH-Hábitat) ofrece un sistema de apoyo durante varios años a ciudades de tamaño mediano. Fortalece la capacidad de las autoridades locales para integrar estos planes de acción en uno estratégico, estimula sinergia entre sectores, enfoca la acción hacia su integración y entre los diferentes agentes que intervienen en las ciudades, a la vez que fortalece el papel de liderazgo de la autoridad local.

Desde 2001 se implementa en Cuba el Proyecto Agenda 21 Local, primero en Bayamo y posteriormente en Holguín, Cienfuegos y Santa Clara, con el objetivo de elevar la capacidad local para el planeamiento y la gestión sostenible, de forma tal que redunde en beneficio de sus ciudadanos y de la calidad del ambiente urbano. Esta iniciativa apoya al gobierno local a implementar estrategias de desarrollo sostenible, en consulta con los actores locales claves. Entre los pasos del proceso se destacan la confección de un diagnóstico ambiental urbano consensuado entre los diversos actores y aprobado por el gobierno local, la selección de problemas claves para actuar de inmediato sobre ellos, la celebración de la Consulta Urbana, la adopción de un «pacto urbano» que plasma el compromiso de todos los actores de la ciudad y la conformación de grupos temáticos para abordar los problemas priorizados. Posteriormente se trabaja sobre la formulación de estrategias y planes de acción en cada uno de los temas y, en paralelo, se proponen proyectos demostrativos para su ejecución en los marcos del proyecto.

Al final, las ciudades involucradas contarán con una estrategia participativa y consensuada de desarrollo sostenible enfocada hacia la solución de sus principales problemas urbano-ambientales. Un paso posterior lo constituye la elaboración de indicadores o criterios de medida específicos para cada ciudad que permita medir el progreso hacia las metas de sostenibilidad.

La Estrategia Ambiental Nacional

En Cuba partimos de una incuestionable ventaja: el socialismo como sistema, con el papel decisivo del Estado y una economía planificada. Tiene la capacidad de planificar, de forma armónica y a largo plazo, el uso sostenible de los recursos y actuar de forma decisiva y coordinada para proteger el medioambiente. Al erradicar la pobreza extrema, se crea la condición esencial para la sostenibilidad ambiental, pues la pobreza y el medioambiente sano son incompatibles.

El artículo 27 de la Constitución de la República de Cuba, dice:

El Estado protege al Medio Ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar ésta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y de todo el uso potencial de la naturaleza.

Aunque ese artículo de la Constitución de 1976 ya contemplaba la protección del medio ambiente, el hito

El modelo lineal urbano de producción, consumo y disposición es insostenible y socava la viabilidad ecológica de las ciudades, por su tendencia a perturbar los ciclos naturales.

lo constituyó la Cumbre Para la Tierra de 1992 en Río de Janeiro. Después de esta, se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1994), se aprobó la Ley del Medio Ambiente (1997) y se trazó la primera Estrategia Ambiental Nacional (EAN), en 1997.

La EAN 2006-2010 ha definido como los principales problemas ambientales del país: degradación de los suelos, afectaciones a la cobertura forestal, contaminación, pérdida de la diversidad biológica y carencia de agua.⁸ Entre las causas de la contaminación se destacan la concentración de instalaciones industriales en zonas urbanas, que vierten residuales crudos o mal tratados a corrientes de agua superficiales; el deficiente estado de las redes de alcantarillado, la pobre cobertura de tratamiento de residuales y el deteriorado estado técnico de los sistemas de tratamiento existentes, así como el mal manejo de los residuos sólidos, su disposición y aprovechamiento. En el deterioro de la calidad y la poca disponibilidad del recurso agua para todos sus usos influyen elementos naturales y antrópicos, entre ellos el escaso reúso y reciclaje del agua.⁹

Acueductos y alcantarillados

Las ciudades cubanas consumen grandes cantidades de agua. Muchas de ellas son trasladadas de fuentes distantes, que impactan entornos de ríos y embalses periféricos. El agua suministrada por el acueducto pasa por diferentes procesos de tratamiento para ser purificada de impurezas químicas y biológicas antes de ser consumida. Otra de las principales funciones de los acueductos urbanos es asistir en la disposición de aguas residuales domésticas e industriales. Los alcantarillados son piezas claves en la búsqueda de la sostenibilidad urbana. Su principal función es higiénica: recibir desperdicios humanos y apartarlos de las personas para prevenir enfermedades; pero también muchos arroyos y ríos urbanos reciben las descargas directas de albañales o indirectamente a través de los desagües pluviales a los que vierten sus residuales miles de viviendas y centros de trabajo. Son en realidad cloacas más que cuerpos de agua surgidos de manantiales u otras fuentes naturales.

El río Almendares, en la ciudad de La Habana, nace en las lomas de Tapaste, pero la mayoría de su caudal queda retenido en la presa Ejército Rebelde y solo un mínimo gasto sanitario sigue su curso hacia el Parque Lenin y más allá. Recibe aguas de manantiales de Capdevila y Vento, pero el grueso son aguas residuales de los asentamientos cercanos como Calabazar y Altahabana, así como de sus afluentes, los arroyos Mordazo, Orengo y Santoyo. Las aguas mansas que contemplamos desde el recién restaurado malecón del Parque Almendares son una mezcla de escurrimiento pluvial y residuales domésticos y algunos industriales, provenientes de cinco municipios de la capital, que descargan al Golfo de México por la boca de La Chorrera.

El objetivo específico de la EAN en relación con los residuales líquidos es «prevenir, reducir y controlar la contaminación provocada por el vertimiento inadecuado de residuales líquidos, incrementando su reúso y tratamiento y minimizando su generación».¹⁰ Entre las acciones planteadas por la EAN para enfrentar la contaminación por residuales líquidos están:

- Incrementar el tratamiento de residuales líquidos, con especial énfasis en los sectores doméstico, industrial, agropecuario y hospitalario.
- Continuar incrementando el aprovechamiento económico y el reúso de los residuales líquidos, convenientemente tratados, para usos agrícola, industrial y acuícola.
- Promover la utilización de sistemas biológicos naturales de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta su elevada eficiencia en la remoción de contaminantes, los bajos costos de inversión, operación y mantenimiento.¹¹

Los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales son básicamente máquinas mientras que los naturales son paisajes construidos. Los sistemas convencionales son procesos físico-químicos de alto consumo energético; los biológicos naturales son acuáticos, que utilizan microorganismos, plantas y hasta peces, para replicar e intensificar los procesos naturales de reciclaje orgánico que ocurren en los ríos, lagunas y ciénagas. Tratan las aguas que llegan de los colectores convencionales y, simultáneamente, filtran el agua y asimilan los sólidos en organismos vivos.

Ejemplos de ello son las lagunas de oxidación y humedales construidos que se basan en el principio de que el agua y las bacterias descomponen la materia orgánica en compuestos que las plantas acuáticas y microorganismos utilizan como nutrientes. Estos, a su vez, atraen insectos y aves, lo cual promueve la biodiversidad que, en algunos casos, supera la de los cuerpos de agua naturales. Para muchas ciudades y comunidades rurales los sistemas acuáticos resultan el método más económico de tratamiento de albañales, siempre que se disponga de suficiente terreno en áreas aledañas.¹²

En Cuba hay más de novecientas lagunas construidas para tratar residuales líquidos de áreas rurales y urbanas, centros docentes y de salud, complejos industriales y turísticos. Muchas requieren mantenimiento y reparación para recuperar sus parámetros de eficiencia y evitar la contaminación del manto freático.

Los sistemas naturales tienen en común que, primero, separan los sólidos por decantación y tamizado y, segundo, el agua se desplaza lentamente entre tallos y raíces de plantas acuáticas que absorben sus nutrientes y otros materiales para emplearlos en su propio crecimiento. Pero el grueso del trabajo lo hacen bacterias y otros microorganismos que viven en esas plantas. Entre todos son capaces de remover casi todos los nutrientes, metales y patógenos del agua. El grado de tratamiento depende de las especies de plantas y animales empleados, así como del tiempo de exposición.

Los humedales construidos se componen de canales poco profundos de fondo recubierto para prevenir la percolación al manto freático, sembrados de plantas acuáticas flotantes y sumergidas; reciben el líquido residual después de un pretratamiento para separar los sólidos flotantes y sedimentados. Su costo de inversión inicial, aunque menor que el de los sistemas de tratamiento convencionales, es mayor comparado con el de la laguna de oxidación, debido al material filtrante y al pretratamiento que debe emplear. Requieren de poco o ningún consumo de energía, su gestión es simple y sus gastos de mantenimiento bajos. Su impacto ambiental es positivo o nulo, con frecuencia aprovechan y mejoran áreas marginales no cultivadas o degradadas y permiten el reúso de las aguas residuales depuradas para el regadío agrícola. Respetan las condiciones de la naturaleza y del paisaje, no producen malos olores y no favorecen el desarrollo de mosquitos y otros vectores. Por ello pueden situarse en terrenos aledaños a viviendas y centros sociales, y constituir parte de la fibra urbana.¹³

La sostenibilidad urbana exige ir más allá y redefinir los propósitos del tratamiento de residuales.

En vez de construir sistemas de disposición debemos desarrollar facilidades de reciclaje donde los residuales sean tratados de modo que su principal producto sea agua y fertilizante, aprovechables para la agricultura y el paisajismo. Las aguas albañales contienen abundantes nutrientes como nitratos, fosfatos y potasio. Devolverlos a la tierra es un aspecto esencial del desarrollo urbano sostenible.

El Parque Metropolitano de La Habana (PMH) ensaya al menos dos modalidades de estos sistemas naturales: humedales construidos, de los cuales hay tres en funcionamiento hasta la fecha, y un «reactor biológico» o *living machine*, de tecnología canadiense. Todos tratan aguas albañales domésticas que hasta hace poco se vertían crudas en los arroyos afluentes del río Almendares.

La planta Cubeco, construida por la empresa canadiense de ingeniería ecológica, ECO-TEK, con financiamiento del gobierno de Canadá, ubicada sobre uno de esos arroyos en el municipio Marianao, utiliza un sistema combinado de bio-reactores, humedales construidos y lagunas con peces para tratar los residuales y producir agua limpia. Los bio-reactores son tanques en serie, por donde fluye el agua residual, y sembrados de bacterias y plantas acuáticas que progresivamente metabolizan la materia orgánica compleja hasta producir biomasa y dióxido de carbono. Los sólidos se reciclan para sembrar el nuevo lote de agua residual, y el agua resultante, semipurificada, pasa a un humedal construido de flujo sub-superficial y después a una laguna con peces que desnitrifican las bacterias y consumen los patógenos. Al final, se recupera 95% del agua para riego agrícola y se producen plantas ornamentales, posturas de árboles, peces y compost por lombricultura. Al transformar residuales en productos útiles, genera beneficios ecológicos y económicos para la comunidad.¹⁴

Los sistemas acuáticos de tratamiento están entre los mejores ejemplos de tecnologías regenerativas. Constituyen ecosistemas complejos que hacen de forma natural el trabajo que requiere el hombre. Tratan agua hasta cualquier nivel de calidad deseado. Funcionan a cualquier escala; apenas utilizan energía convencional y no contaminan la atmósfera. Cuestan mucho menos que los sistemas mecanizados y crean subproductos útiles y en ocasiones comercializables, como fertilizantes, pienso animal, plantas ornamentales y flores. Su principal desventaja es que ocupan más terreno que los sistemas mecanizados lo cual puede representar un serio problema en áreas urbanas.

También la EAN propone «prevenir, reducir y controlar la contaminación provocada por el manejo inadecuado de desechos sólidos».¹⁵ Esto incluye:

- Incrementar la cobertura de recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos, con énfasis en los peligrosos.
- Establecer la clasificación adecuada de los escombros para permitir su reutilización y reciclaje.
- Aumentar los niveles de reciclaje y reúso de los residuos sólidos.

En las últimas décadas ha habido un aumento sustancial en la cantidad de residuos sólidos generados por nuestras ciudades, y su composición se ha vuelto mucho más compleja. En muchos lugares, la basura se entierra en la periferia de la ciudad, lo cual constituye un desperdicio tanto de recursos como de suelo urbano. La disposición final es uno de los aspectos más críticos del manejo de los residuos sólidos en América Latina. En la mayoría de los países, esta práctica se ha venido realizando bajo condiciones técnicas y ambientales rudimentarias y precarias. Solo unos cuantos países cuentan con rellenos sanitarios que cumplen con las condiciones técnicas requeridas. 22% de los residuos municipales generados en América Latina, se depositan en los denominados rellenos sanitarios, 9% se deposita en vertederos controlados y el resto va a basureros a cielo abierto o se maneja con prácticas inadecuadas.

Es indudable que el concepto del relleno sanitario tradicional es una tecnología rebasada en la actualidad por el crecimiento poblacional y el desarrollo tecnológico en materia de sistemas anaerobios. La utilización de los llamados «bio-rellenos metanogénicos» como tecnología para la disposición final sustentable de los residuos sólidos es una clara tendencia a nivel mundial. Incluso se fortalece ante las iniciativas que hoy prevalecen en cuanto a instrumentar la recolección separada de estos residuos en viviendas, comercios, etc., de forma tal que su fracción orgánica biodegradable vaya directamente a los bio-reactores. Esta práctica se puede realizar en cualquier localidad con independencia de su tamaño.

Tal tecnología, en primera instancia, suele ser muy semejante a la del relleno sanitario tradicional. Se diferencia en que precisa, como requerimiento obligatorio, la «recirculación formulada» de lixiviados crudos, lo cual permite acelerar el proceso de descomposición, aumentar el tiempo de retención celular y reducir los tiempos de estabilización de los residuos;¹⁶ es decir, los residuos orgánicos se descomponen más rápidamente, el gas metano que desprenden se puede aprovechar como energía, se reduce la contaminación del manto freático por lixiviados y se alarga el tiempo de utilidad del relleno. El costo de inversión del bio-relleno es mayor comparado al del sanitario, pero se recupera con creces en su vida útil.

En otros lugares, principalmente en Europa, se emplea la incineración. Tiene la ventaja de reducir los residuos a una pequeña proporción del volumen original y permite recuperar parte de la energía. Pero sigue siendo una mala opción. La liberación de monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, dioxinas y otros gases contaminantes son frecuentes, a pesar de grandes y costosas inversiones para controlarlos y, además, se desperdician muchos recursos aprovechables contenidos en la basura. Solo aquellos residuos que no se pueden reciclar deben ser incinerados. La eficiencia energética de reciclar papel, plásticos, caucho y textiles es de tres a seis veces mayor que su incineración. Muchas ciudades europeas están optando por una combinación de reciclaje y compostaje, con mínima incineración de residuos no reciclables.

El compostaje es el proceso de descomposición biológica de materia orgánica bajo condiciones controladas. El producto es un material similar al abono que puede ser almacenado, envasado y aplicado a la tierra como aditivo beneficioso, sin contaminar el medio. Puede compensar la degradación de suelos en algunas regiones. En el proceso se eliminan los riesgos a la salud que supone la basura y la técnica se presta para la mayoría de los materiales orgánicos. Se puede fabricar compost a pequeña, mediana y gran escala y, en condiciones óptimas, el proceso toma entre tres y ocho semanas.

En Alemania decenas de ciudades y pueblos han construido plantas de compostaje. Gothenburg, en Suecia, estableció un ambicioso programa de «eco-ciclos» que ayuda a las empresas a desarrollar procesos productivos no contaminantes. Viena recicla 43% de sus residuales domésticos. El Reino Unido ha establecido un impuesto sobre la basura que se tira en los vertederos, lo cual ha aumentado el reciclaje de residuos domésticos hasta el 25%. El Cairo, con 15 millones de residentes, reúsa y recicla buena parte de sus residuos sólidos, actividad que la ciudad encarga a una comunidad cristiana llamada los Zaballeen, lo que genera empleo para buena parte de sus diez mil miembros.¹⁷

Pero no hay que ir tan lejos. En Cuba también se estimula el reciclaje de residuos sólidos urbanos (RSU) mediante las casas de compra de la Empresa de Recuperación de Materias Primas (ERMP) y las campañas lideradas por las organizaciones de masas. Se llevan a cabo proyectos incipientes de manejo integral de RSU en comunidades y barrios tan disímiles como Pogolotti y La Guayaba, en el Parque Metropolitano de La Habana y en Las Nuevas, municipio La Sierpe, provincia Sancti Spiritus. En esta remota comunidad se asociaron la Dirección Municipal de Servicios Comunes, el Centro Provincial de Higiene y el Instituto Canadiense de Urbanismo para desarrollar un proyecto

demostrativo que comienza con la educación ambiental y de salud de la población, hasta lograr que en cada vivienda se separen los residuos orgánicos de los inorgánicos. Le sigue la recogida selectiva por parte de Servicios Comunales, que utiliza tracción animal, y el traslado de los RSU a un relleno sanitario manual, a 500 metros de las viviendas, que cuenta con las condiciones requeridas de protección al trabajador. Allí se realiza la recuperación de las materias primas reciclables para su venta posterior a la ERMP, así como el soterramiento de la materia orgánica para la posterior producción de compost, que se emplea, a su vez, en la producción de flores y plantas ornamentales para vender a organismos y población.

Producción más limpia

La EAN también propugna la aplicación integral del concepto de la «Producción más limpia» en la Gestión Ambiental Empresarial, «para elevar la eficiencia y productividad, minimizar la generación de residuos y emisiones, el adecuado manejo de residuales—incluyendo su aprovechamiento económico—, propiciar el ahorro de recursos hídricos y energéticos, así como un adecuado saneamiento ambiental».¹⁸

¿Qué significa «Producción más limpia»? Es la aplicación continua de una estrategia ambiental integrada y preventiva a procesos, productos y servicios, con el fin de reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente. Para procesos productivos, incluye la conservación de materias primas y energía, la eliminación de las tóxicas, así como la reducción, en cantidad y toxicidad, de todas las emisiones y residuos antes de que abandonen el proceso. Para productos, se sugiere la reducción del impacto a lo largo del ciclo de vida completo, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final del producto. Para servicios, representa la incorporación de aspectos ambientales en su diseño y prestación.

Los pasos para realizar una «Producción más limpia» en una empresa son: hacer un inventario de las fuentes contaminantes: ¿dónde son generados los residuos y emisiones?; evaluar las causas: ¿por qué son generados?; y generar opciones: ¿cómo pueden ser eliminados?¹⁹

Otra herramienta homóloga es la Gestión Ambiental Rentable, con cuya aplicación se logra una *triple ganancia*: eficiencia económica (ahorro de costos y aumento de la productividad); desempeño ambiental (menos energía, desperdicios, emisiones atmosféricas y efluentes); y desarrollo organizacional (aumento de la capacidad de gestión de la empresa). Se basa en un concepto simple pero poderoso: todas las materias primas, la energía y el agua que intervienen en el proceso productivo, pero

que no terminan en el producto final, son Materiales Residuales de Producción (MARP). Estos pueden representar 10-30% del total de los costos de producción. Reducir o reciclar los MARP genera ahorros y/o nuevos ingresos para la empresa, a la vez que reducción de la contaminación ambiental.²⁰

Reúso y reciclaje

En las sociedades industriales, el bajo costo de los bienes materiales determina que, a menudo, sean desechados antes de cumplir su vida útil. El reúso de estos bienes constituye una oportunidad para reducir tanto el uso de recursos como el desperdicio. Han surgido variadas formas de hacer esto, casi siempre como parte de la economía informal y en países o barrios de bajos ingresos.

Rastros, mercados «de pulgas», ventas de garaje, tiendas de ropa reciclada son algunos de los mecanismos comerciales establecidos. En algunas ciudades, como México DF o «El Barrio», en Los Ángeles, se han desarrollado complejas economías informales para rehabilitar y revender ropa, muebles, juguetes y electrodomésticos. Pero hasta ahora estas siguen siendo soluciones para los sectores más pobres. Si de repente los materiales se volvieran más costosos o menos disponibles, o el costo de disposición aumentara, la importancia de estos mercados de reúso pudiera ser mucho mayor.

También en la industria hay muchas oportunidades no explotadas para el reúso de materiales, entre ellos los de construcción, envases y contenedores. El reciclaje mecánico requiere modificar o refabricar materiales viejos para convertirlos en nuevos, lo cual casi siempre implica un gasto de energía. Casi todos los desechos de las sociedades industriales no adecuados para el reúso sirven para el reciclaje, mediante procesos mecánicos, químicos o biológicos. Sin embargo, algunos sostienen que el reciclaje es una quimera por lo difícil de equilibrar la oferta de materiales reciclables con la demanda estable de productos reciclados. Por eso las empresas recuperadoras de materia prima favorecen algunas materias y desechan otras. El valor potencial del reciclaje depende de la composición de los residuos. El de metales resulta especialmente lucrativo por los materiales no renovables, y la energía empleada en su fabricación. Fabricar una lata a partir de aluminio reciclado requiere de solo 1/3 de la energía necesaria para hacerla de aluminio nuevo. La proporción para el acero y el vidrio es de 2/3, pero las materias primas para fabricar vidrio son mucho más baratas que las de aluminio o acero por lo que reciclarlo es poco rentable cuando se añaden los costos de recolección y transportación.

El reciclaje de plásticos es también difícil y de efectividad limitada. La mayoría se recicla en productos mucho menos valiosos que los originales, como materiales de empaque y de construcción. El del papel está limitado por el hecho de que las fibras se debilitan con cada remanufactura, hasta que pierde por completo su utilidad.

Para que sea verdaderamente efectivo, el reciclaje deberá convertirse en una parte integral de la comunidad, con centros receptores de materias primas, de separación y selección de desechos, y de compostaje. Los precios pagados deberán incentivar la recolección, transporte y reciclaje. Se requiere de incentivos económicos para convertirlo en una actividad rentable y de políticas públicas que promuevan «cadenas de uso» que imiten a los ecosistemas naturales.

El diseño de edificios y la organización de los servicios comunales también pueden promover el reciclaje, facilitando la separación en origen de los desechos sólidos. Un ejemplo demostrativo es el proyecto comunitario en Las Nuevas, Sancti Spiritus, ya aludido.

Por otro lado, se desarrollan nuevos usos de viejos productos, totalmente diferentes de los originales, como es el caso de los neumáticos. El mejor empleo en la segunda generación es el recape, que se puede repetir una, dos y hasta tres veces. Pero cuando el desgaste es mayor se pueden reusar como parachoques en los muelles y espigones, protectores y juguetes en parques infantiles, o criaderos artificiales de moluscos en áreas costeras. Recortados se pueden emplear como esteras, bloques para pavimentación y suelas para calzado. Migas de neumáticos triturados son un excelente aditivo del asfalto para pavimentar calles o para fabricar superficies deportivas artificiales. Por último, se pueden descomponer por pirolisis (descomposición mediante el calor) para producir fuel-oil.²¹

Ahorro de energía

El empleo global de combustibles fósiles se ha multiplicado cinco veces en los últimos 50 años. Hoy representa 85% de la energía comercializada en el mundo. 40% es atribuible al petróleo. El grueso del consumo energético tiene lugar *dentro* de las ciudades y buena parte del resto se utiliza para producir y transportar mercancías y personas *hacia y desde* las ciudades. Tomar conciencia de esto es fundamental para desarrollar estrategias de uso sostenible de la energía, sobre todo a la luz del calentamiento global.

La EAN tiene entre sus metas «lograr que la energía proveniente de fuentes renovables, represente al menos 20% de la matriz energética nacional en el año 2010».²²

Y Cuba está enfrascada en una revolución energética que presagia un nuevo modelo más sostenible de gestión y consumo para el país y para el mundo.

Las principales medidas adoptadas para la transformación del sistema han sido:

- Adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes y seguros con grupos electrógenos y motores convenientemente ubicados en distintos puntos del territorio nacional.
- Intensificación acelerada del programa para incrementar el uso del gas acompañante del petróleo nacional en la generación de electricidad mediante el empleo del ciclo combinado.
- Rehabilitación total de las redes de distribución anticuadas e ineficientes que afectaban el costo y la calidad del fluido eléctrico.
- Priorización de los recursos mínimos necesarios para una mejor disponibilidad de las plantas del sistema electroenergético y su paso a conservación.
- Un programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar en Cuba.²³

Se puede lograr una significativa conservación de energía mediante una combinación de *eficiencia energética* y empleo de *fuentes alternativas de energía*. Por ejemplo, la mayoría de las ciudades son suministradas por plantas de generación eléctrica distantes que transfieren la energía mediante líneas de alto voltaje. Como promedio, las plantas que emplean carbón tienen una eficiencia de 34% y las que emplean gas natural algo más, 40-50%. Sin embargo, las combinadas —generación de calor y electricidad— tienen una eficiencia de 80% porque en lugar de desperdiciar el calor de la combustión, lo capturan y utilizan en sistemas de calefacción o en las industrias. En Dinamarca, 40% de la electricidad se produce en estas plantas, en Finlandia la cifra es 34% y en Holanda, 30%.

Otras tecnologías energéticas alternativas se prestan para su empleo en ciudades, como por ejemplo, compresores de calor (*heat pumps*), calentadores solares y celdas fotovoltaicas; esta última tecnología resulta particularmente apropiada para el uso urbano. En 2000, la energía solar era ocho veces más cara que la convencional, pero se espera que sea competitiva para 2010, a medida que se desarrolla la tecnología y se encarecen los portadores fósiles. En el nuevo milenio los constructores incorporarán habitualmente esta tecnología cuando diseñen nuevos edificios o remodelen los existentes.

La participación ciudadana como eje transversal

La sostenibilidad urbana requiere, en primer lugar, ante todo de la participación de todos los actores de la

ciudad, desde el planeamiento de la estrategia de restauración o desarrollo, hasta las acciones y la educación ambiental.

Un ejemplo en la ciudad de La Habana es el Parque Metropolitano (PMH), que a partir de 1995 elaboró y comenzó a implementar su estrategia de revitalización con el apoyo del Instituto Canadiense de Urbanismo (CUI) y la participación de los consejos populares, industrias, escuelas y población en general. El proyecto comenzó por movilizar los recursos que no se pueden medir en pesos o dólares: la comunidad. Informado por las mejores prácticas canadienses de planeamiento estratégico participativo, innovó, con un enfoque propio, que involucra a las comunidades a todos los niveles, en una estrategia para la revitalización del Parque. Se crearon Grupos de Trabajo ambiental en los nueve Consejos Populares y casi todas las industrias del territorio. Facilitados por técnicos del equipo del PMH, los grupos elaboraron su diagnóstico ambiental y un plan de medidas para afrontar los principales problemas detectados. Más de quince ONG nacionales y extranjeras contribuyeron, y lograron recursos, experiencias y esfuerzos en función de iniciativas en pro del Parque y el saneamiento y reforestación del río Almendares, el Bosque de La Habana, lo boca de la Chorrera, el Bosque Sagrado de Pogolotti y otros.

De ello surgió un número de alianzas entre municipios, consejos populares, industrias y ONG que participan activamente en implementar diversas iniciativas, incluyendo proyectos pilotos de agricultura urbana, reforestación, sistemas naturales de tratamiento de residuales líquidos, manejo comunitario de los sólidos, y educación ambiental. También ganó la cultura e identidad comunitarias, al fundarse grupos aficionados al teatro y la música, que actúan para niños y jóvenes en el Parque Almendares y en las propias comunidades.

Conservación y restauración

La *conservación urbana* comienza con la conciencia de la importancia del hábitat y la biodiversidad aplicada a la naturaleza de las ciudades, esenciales para proteger la viabilidad del ecosistema en general.

La Sociedad para la Restauración Ecológica define la *restauración* como «el proceso de alterar conscientemente un lugar para establecer un ecosistema endémico o histórico determinado. La meta de este proceso es emular la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema en cuestión».²⁴

Otra definición, más humana y social, dice que es un «proceso intencional de compensar el daño que los humanos han provocado a la biodiversidad y dinámicas de ecosistemas endémicos, apoyando y sosteniendo

procesos naturales de regeneración en formas que conducen a restablecer relaciones sostenibles y saludables entre la naturaleza y la cultura».²⁵

El primer problema consiste en establecer el estado endémico o histórico del ecosistema que se quiere restaurar. La restauración urbana requiere de un complicado equilibrio entre el ambiente natural y el construido que conforman el actual patrón de uso de suelos. La vía para satisfacer tanto las necesidades ecológicas como las de los asentamientos humanos es esforzarse por crear un medioambiente más sostenible que el existente, con mayor equilibrio.

Reforestar los márgenes de un río *no* es restaurarlo. Sembrar árboles para evitar inundaciones o embellecer el río es paisajismo. Restaurar es reforestar con vegetación que funciona como parte del medioambiente del río, que recupera la franja hidrorreguladora, que disminuye la velocidad del agua y que recrea el hábitat para propiciar la recuperación de las especies endémicas.

Restauración es también saber cuándo no actuar, cuándo abstenerse de rectificar un río, construir una presa, urbanizar un bosque o explotar una cantera. En la década de los 90 se comenzó un proyecto de construcción de una hidroeléctrica sobre el río Toa, en el oriente cubano. Antonio Núñez Jiménez, geógrafo, naturalista y capitán del Ejército Rebelde, a la sazón viceministro de Cultura y presidente de la Comisión Nacional de Monumentos —pero, sobre todo, uno de nuestros primeros ecologistas— dio la voz de alarma: el impacto ecológico sobre una de las cuencas hidrográficas más frágiles y valiosas de Cuba sería desastroso. El impulso al desarrollo económico de la región no compensaba el daño irreparable al medioambiente, argumentaba Núñez en cartas remitidas a altos dirigentes. Finalmente su alerta fue escuchada y el proyecto abandonado.²⁶ Hoy la Reserva de la Biosfera “Cuchillas del Toa” abarca 127 kilómetros cuadrados de llanos y cordilleras, desde el nivel del mar hasta alturas de 1 139 metros. Además del río, protege una de las regiones geológicas más antiguas de Cuba y especies de flora y fauna de inestimable valor.²⁷

Conclusión

Los problemas ambientales que se avecinan están asociados a la escasez de agua potable y de combustibles fósiles, el calentamiento global, el consumismo desenfrenado en el Norte y la sobrepoblación y urbanización acelerada de los países del Sur. En Cuba, el esperado despegue económico traerá consigo un aumento en el consumo individual y colectivo, construcción de viviendas e instalaciones sociales y económicas, presión sobre costas y bosques por el auge

del turismo, muchos más equipos de transporte, generadores de electricidad, aparatos electrodomésticos, y aumento en el volumen de residuales sólidos.

La Estrategia Ambiental Nacional tendrá que ser continuamente revisada, pero sobre todo localizada en provincias y municipios, e implementada a todos los niveles y por todos los sectores. Esto requiere de recursos, que tendrá que situar el Plan de la Economía central y/o atreverse a descentralizar la gestión económica de empresas y gobiernos locales que entonces deberán asumir su estrategia ambiental.

Reducir el consumo de agua y otros recursos naturales es el primer y más importante paso, seguido de un uso más eficiente de la energía urbana para reducir la dependencia de combustibles fósiles no renovables y sustituirlos por fuentes renovables. Lo tercero es pensar en sistemas ecológicos: convertir los productos urbanos en insumos de otros sistemas productivos mediante el reciclaje y la conversión de materiales orgánicos, incluyendo albañales, en fertilizante natural, para devolver los nutrientes a las tierras agrícolas que alimentan a las ciudades. Por último, pero también al inicio de todo, está el agua, fuente de vida y de riqueza. De su ahorro y buen manejo dependerá la vida actual y futura en el planeta.

Notas

1. Ian L. McHarg en su clásico *Design With Nature* (Natural History Press, Nueva York, 1969), dice: «hoy es la naturaleza, hostigada en el campo, demasiado escasa en la ciudad, la que se ha vuelto preciosas».
2. Anne Whiston Spirn, «City and Nature», *The Granite Garden: Urban Nature and Human Design*, Basic Books, Nueva York, 1984.
3. Ídem.
4. Herbert Girardot, «The Metabolism of Cities», *Creating Sustainable Cities*, Green Books, Devon, 1999.
5. World Commission on Environment and Development (Brundtland Commission), *Our Common Future*, Oxford University Press, Londres, 1987.
6. Adaptado del *Manual de Planificación para la Agenda 21 Local*, International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) and International Development Research Centre (IDRC), Toronto, 1996.
7. CITMA, *Estrategia Ambiental Nacional 2006 / 2010*, La Habana, 2006.
8. Ídem.
9. Ídem.
10. Ídem.
11. Ídem.
12. Michael Hough, *City Form and Natural Processes*, Routledge, Londres, 1984.
13. Jacinto Ramos, «Estudio de factibilidad: solución de residuales para el Reparto Casilda, Trinidad», EIPH, Villa Clara, 2005; y Beatrice Pucci, «La Fitodepurazione. Tratamiento natural de las aguas residuales: Ventajas y aplicaciones», *IDEASS: Innovaciones para el desarrollo y la cooperación sur-sur*, Arpat, Toscana, 2005; presentaciones en el «Taller sobre soluciones alternativas al manejo y tratamiento de residuales líquidos que se vierten al río Bayamo» del *Proyecto Estrategia para la recuperación ambiental del río Bayamo en su tramo urbano*, 2006.
14. Kimron Rink, Presentación en el «Taller sobre soluciones alternativas...», ob. cit.
15. CITMA, ob. cit., p. 40.
16. Jorge Sánchez Gómez, «Bio-rellenos metanogénicos: Tecnología para la disposición final sustentable de los residuos sólidos», Presentación en el *Taller internacional sobre manejo de desechos sólidos*, La Habana, marzo de 2006.
17. Ídem.
18. Herbert Girardot, ob. cit.
19. CITMA, ob. cit., p. 5.
20. Jorge S. González, «Producciones más limpias», Presentación en el «Taller sobre soluciones alternativas...», ob. cit.
21. Vicente Díaz, *Guía de buenas prácticas de gestión empresarial*, Presentación en el «Taller sobre soluciones alternativas...», ob. cit.
22. CITMA, ob. cit.
23. Fidel Castro Ruz, «Discurso en el acto por la culminación del montaje de los grupos electrógenos en Pinar del Río», 17 de enero de 2006.
24. Anne L. Riley, «What is Restoration?», *Restoring Streams in Cities*, Island Press, Washington DC, 1998.
25. Ídem.
26. Entrevista del autor a Liliana Núñez Véliz, vicepresidenta de la Fundación Antonio Núñez Jiménez para la Naturaleza y el Hombre, 2006. [Inédita].
27. Christopher P. Baker, *Cuba Handbook*, Moon Publications, Chico, California, 1997.