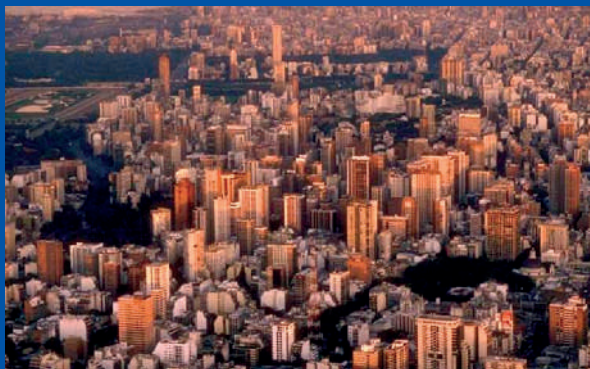


Ecología Urbana



María Di Pace
Horacio Caride Bartrons
(Directores)



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

ECOLOGÍA URBANA

María Griselda Alsina, Andrés Barsky, Tomas Daniel Calello,
Horacio Eduardo Caride Bartrons, Alejandro Diego Crojethovich Martin,
María Di Pace, Leonardo Fernández, Ana Carolina Herrero,
Fernando Isuani, Carlos Alberto Ruggerio,
Francisco Martín Suárez, Federico Zuberger

María Di Pace / Horacio Caride Bartrons
(Directores)

Ecología Urbana



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

Ecología urbana / María Di Pace ... [et.al.] ; dirigido por María Di Pace y Horacio Eduardo Caride Bartrons. - 1a ed. - Los Polvorines : Universidad Nacional de General Sarmiento, 2012.

376 p. ; 21x15 cm. - (Cuestiones metropolitanas; 12)

ISBN 978-987-630-143-5

1. Ecología. 2. Urbanismo. I. Di Pace, María II. Di Pace, María, dir. III. Caride Bartrons, Horacio Eduardo, dir.

CDD 304.28

Fecha de catalogación: 15/10/2012

© Universidad Nacional de General Sarmiento, 2012

J. M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines (B1613GSX)

Prov. de Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54 11) 4469-7578

ediciones@ungs.edu.ar

www.ungs.edu.ar/ediciones

Diseño de colección: Andrés Espinosa - Departamento de Publicaciones - UNGS

Diagramación: Daniel Vidable - Departamento de Publicaciones - UNGS

ISBN: 978-987-630-143-5

Hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Prohibida su reproducción total o parcial

Derechos reservados

Índice

Agradecimientos.....	9
Introducción	
Horacio Caride Bartrons / María Di Pace	11
Proemio	
Jorge Morello / Silvia D. Matteucci	17
PRIMERA PARTE: FUNDAMENTOS	
Capítulo 1:	
Ecología Urbana	
María Di Pace	23
Capítulo 2:	
Ambiente y Ecología	
Alejandro Crojethovich Martin / Ana Carolina Herrero	43
Capítulo 3:	
Ciclos Naturales	
Griselda Alsina	73
SEGUNDA PARTE: RELACIONES	
Capítulo 4:	
Ecología y Urbanismo	
Horacio Caride Bartrons	95

Capítulo 5:	
Economía y Ecología	
Federico Zuberma / Carlos Alberto Ruggerio	123

Capítulo 6:	
Ecología y Sociedad	
Francisco Suárez / Tomás Calello	155

TERCERA PARTE: ESTRUCTURAS Y FUNCIONES

Capítulo 7:	
Ecología de los bordes urbanos	
Alejandro Crojethovich Martin / Andrés Barsky	185

Capítulo 8:	
Metabolismo y paisaje	
Alejandro D. Crojethovich Martin / Leonardo Fernández	233

Capítulo 9:	
Problemas ambientales urbanos	
Ana Carolina Herrero	257

Capítulo 10:	
Política y gestión ambiental	
Fernando Isuani	315

Capítulo 11:	
Paradigmas ambientales	
María Di Pace / Alejandro D. Crojethovich Martin / Carlos A. Ruggerio....	335

Agradecimientos

Como en toda obra colectiva, una serie de personas han colaborado en las distintas etapas de investigación, redacción y revisión. Nuestra gratitud a Alicia Novick, por las sugerencias y materiales aportados para el capítulo 4. A Daniela Soldano, Directora del Instituto del Conurbano, por su apoyo permanente a esta obra. Deseamos hacer explícito el reconocimiento a nuestros compañeros de trabajo de Ecología Urbana y a los estudiantes del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento, por el saludable y necesario intercambio de ideas. A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, que apoyó la investigación que constituye parte significativa de este trabajo.

María Di Pace desea agradecer en especial a sus maestros, por todo lo brindado a lo largo de su carrera como estudiante y profesional. En especial, a Oliver Pearson, que le transmitió con seriedad y enorme afecto las primeras nociones sobre la Ecología y le permitió que fuera ecóloga. Su reconocimiento a Jorge Enrique Hardoy, a Amílcar Herrera y a Jorge Morello, porque permitieron y estimularon la creación, la posibilidad de equivocarse y de fantasear con las ideas, de reflexionar y profundizar con la razón.

A nuestras familias y amigos, por su confianza, afecto y paciencia.

Los autores

Introducción

Horacio Caride Bartrons

María Di Pace

*No todo lo que está encerrado
en una muralla es una ciudad.*

Aristóteles, Política

Desde su invención por Ernst Haeckel en 1869, el término “ecología”, se mantuvo ciertamente restringido a lo ámbitos científicos y especializados por casi un siglo. Desde finales de la década de 1960, distintos movimientos mundiales –especialmente la Conferencia Internacional sobre Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972– comenzaron a proyectar masivamente la problemática ambiental de nuestro planeta. Con esta difusión, nociones como “medio ambiente”, “ecosistema”, “hábitat” y otras asociadas, terminaron instalándose en los discursos de las más diversas disciplinas y, en paralelo, comenzaron a integrar el patrimonio común de la sociedad. Hay fundamentalmente dos palabras –ecología y ambiente– que se popularizan y, en algunos casos, se intercambian como conceptos similares, aunque desde el saber técnico expresan distintas nociones.

Es así que en la actualidad, “ecología”, o a veces simplemente el prefijo “eco” (“casa” u “hogar” en su raíz griega original), se presenta vinculado a casi todas las dimensiones de nuestra cultura, desde los lineamientos de una plataforma política, las características de una actividad deportiva, o los argumentos comerciales de venta para una amplia variedad de productos. A casi nadie puede sorprenderle encontrar partidos políticos “verdes”, participar o asistir a competencias de “ecodesafíos”, y menos aún, comer en “restaurantes ecológicos”, mandar a limpiar ciertas prendas a “tintorerías ecológicas”, o hacer “ecoturismo”.

Toda una generación de estudios, tratados y bibliografía, especializada o de divulgación, dan cuenta del ascenso de este nuevo y evidente paradigma cultural, pero también de la necesidad de su comprensión, del establecimiento de sus

alcances, de sus posibles metodologías de análisis y de las propiedades de los objetos de estudio. Por un lado, están los beneficios incuestionables de una “toma de conciencia” social, más allá de las connotaciones de prestigio o modernidad. Por el otro, los problemas para la definición de un campo, tan extenso y “aplicable” que no termina de construirse o delimitarse.

En las últimas décadas, la ciudad, como escenario privilegiado de las actividades humanas, ha recibido, inevitablemente, los aportes de esta toma de conciencia, imponiendo nuevos hábitos sociales, estableciendo nuevas regulaciones a las formas de producción, exigiendo nuevas lógicas de administración y gobierno, y generando nuevos diseños urbanos para los espacios público y privado, las redes de infraestructura, o los servicios de transporte. Para todos estos requerimientos, se cuenta con el concurso de profesionales y técnicos con especializaciones cada vez más profundas, aunque no necesariamente interconectadas.

La mayoría de las disciplinas o ciencias han establecido una dimensión “urbana” entre las posibilidades de incumbencia. Es, justamente, este conjunto de saberes, los que han determinado –en buena medida– que la noción actual de ambiente para una ciudad, busque incluir e integrar el tratamiento de campos tan diversos como los que conciernen a los procesos biológicos, físicos y químicos, y a los procesos ecológicos; a las interpretaciones históricas junto a los desarrollos urbanísticos, a las relaciones entre colectivo social y a los efectos de las actividades productivas, a los sistemas económicos y a los instrumentos legales y regulatorios, por citar solo algunos conocimientos o factores intervinientes. En este sentido, y dentro del contexto general referido, el objetivo principal de las páginas que siguen es aportar una serie de elementos de análisis al debate general que implica la construcción de una disciplina relativamente reciente: la ecología urbana.

En tanto se la pueda considerar como la posible ciencia integradora de los saberes ambientales sobre la ciudad, al estudio de esa complejidad está dedicado este libro.

Como producto académico, es la comunidad universitaria –en sus estudiantes, docentes y graduados en general– el destinatario natural de los contenidos de una publicación sobre ecología urbana, escrita fundamentalmente por investigadores-docentes de la carrera de Ecología Urbana del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

No obstante, consideramos que las características eminentemente multidisciplinarias de la temática de referencia, amplía el espectro de lectores

destinatarios: todos aquellos interesados por los procesos ambientales creados y protagonizados por las ciudades y sus ciudadanos.

Se trata, además, de contribuir a la inserción de la ecología urbana en ámbitos no específicamente académicos. Podrá officiar como libro de consulta para los técnicos y funcionarios de los distintos niveles de gobierno del Estado, para diversas organizaciones de la sociedad ligadas a la educación, al desarrollo, a los aspectos de la problemática de la ciudad que se relacionan con el ambiente. También cabe destacar que el mismo tratamiento multidisciplinar, sumado a la ampliación del concepto de ambiente urbano, pretende despertar el interés sobre los contenidos del libro, en profesionales con horizontes aparentemente disímiles.

Este objetivo implica, concretamente, establecer un equilibrio entre el desarrollo de una serie de contenidos, cuya especificidad no puede resignar el lenguaje técnico que le es propio, y una narración que esté al alcance de un público más amplio que el constituido solo por los grupos de expertos.

Este libro es, a la vez, una actualización y una revisión del trabajo que publicamos en el año 2004 bajo el título de *Ecología de la ciudad*. Los objetivos centrales y la definición del objeto de estudio han sido conservados. No obstante, los siete años transcurridos entre uno y otro texto han permitido corroborar ciertas hipótesis y presupuestos, pero también modificar profundamente algunos, o descartar otros. Nuevos enfoques y desarrollos teóricos, sumados al surgimiento de nuevas tecnologías y aplicaciones, nos han obligado a reflexionar sobre lo escrito y a revisar un discurso que continúa en construcción.

Muchos de los autores de aquel trabajo están presentes en este volumen, al que se ha incorporado la siguiente generación de investigadores en las temáticas ambientales urbanas, que fueron nuestros alumnos.

Este texto fue pensado en función de una narrativa general. Sin embargo, hemos buscado que la estructura de cada uno de los capítulos permitiera una lectura individual. En ellos, las referencias internas constituyen el vínculo conceptual con el resto de la obra.

Esta estructura narrativa está dividida en tres secciones:

La primera parte, **Fundamentos**, esta integrada por tres capítulos.

El capítulo 1, *Ecología urbana*, a cargo de María Di Pace, desarrolla el concepto de ecología en términos tradicionales y su evolución hacia la ecología ambiental. Dentro de ella, la emergencia de la ecología urbana se presenta a

través del vínculo entre las ciencias naturales y las ciencias sociales, definiendo el enfoque adoptado, junto a las diferentes aproximaciones a la ecología urbana.

En el capítulo 2, *Ambiente*, Alejandro Crojethovich Martin y Ana Carolina Herrero, sitúan la noción de ambiente urbano en su interrelación entre sociedad y naturaleza, el ambiente natural, lo construido, lo valorado y lo percibido. Se analiza a la ciudad como sistema complejo y como ecosistema. Se incluyen el funcionamiento y metabolismo de la ciudad, los sistemas organizados por ciclo de la materia y los flujos de energía e información.

En el capítulo 3, Griselda Alsina estudia *Los ciclos naturales* en términos de sus sistemas, sus modificaciones antrópicas, y las particularidades y transformaciones en los sistemas urbanos, fundamentalmente, a través de los ciclos biogeoquímicos. De esta manera fueron considerados los ciclos hidrológico y de elementos, como el carbono, el nitrógeno, el fósforo y el azufre.

Las **Relaciones** entre la ecología y otras disciplinas fueron objeto de la segunda parte. En el capítulo 4, *Ecología y urbanismo*, Horacio Caride Bartrons aborda una historia posible de la construcción intelectual y material de la ciudad occidental en relación a los aspectos ligados al ambiente. Su instalación dentro del campo teórico y sus representaciones encuentran una posible vía explicativa a través del desarrollo del paradigma biológico. Dentro del contexto del debate internacional, una reseña sobre las nociones ambientales en la planificación urbana, fue referida para el estudio de caso del Área Metropolitana de Buenos Aires.

En el capítulo 5, Carlos Ruggerio y Federico Zuberman consideran la dimensión particular que vincula *Ecología y economía*. Se pasa revista a la historia de esta relación en el pensamiento occidental, para abordar seguidamente las particularidades entre economía ambiental y ecológica. Nociones tan específicas del universo ambiental como impacto, metabolismo y huella ecológica son revisadas también a la luz de la problemáticas económicas.

En el capítulo 6, *Ecología y sociedad*, Tomás Calello y Francisco Suárez abordan los conceptos de vulnerabilidad social, de expoliación urbana y de amenaza, analizando los niveles de exposición y caracterizando sus límites. Finalmente, definen y contextualizan los conceptos de riesgo, degradación y conflicto ambiental.

A las **Estructuras y funciones** se dedicó la tercera y última parte del libro.

Alejandro Crojethovich Martin y Andrés Barsky analizan, en el capítulo 7, *Los sistemas de soporte urbano* en su dimensión espacial. Proponen una

clasificación de los asentamientos en función de sus características ambientales y de sus perfiles socioeconómicos. Huella ecológica, periburbano, transferencia de la sustentabilidad y la extensión de los sistemas ecológicos urbanos en sus asimetrías, fronteras y desequilibrios son las nociones consideradas a lo largo del texto.

En el capítulo 8, Alejandro Crojethovich y Martin Leonardo Fernández desarrollan la particular noción de *Metabolismo y paisaje*. Se considera la organización de los distintos sistemas que componen una ciudad según sus flujos materiales, y también los diversos paisajes urbanos resultantes. Problemáticas particulares como la biodiversidad, la fertilidad del suelo y las complejas instancias de la hidrología y la atmósfera urbanas completan el estudio.

Los problemas ambientales urbanos son el tema central estudiado por Ana Carolina Hererro en el capítulo 9, el más extenso de esta obra. Luego de una conceptualización y caracterización de una metodología para el análisis de los problemas ambientales urbanos, analiza las grandes dimensiones de esta problemática en relación con los recursos naturales básicos como aire, agua y suelo, que, junto al tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, son los puntos que vertebran el capítulo.

En el capítulo 10, *Gestión ambiental y políticas públicas*, Fernando Isuani da cuenta de una serie de consideraciones generales sobre política y gestión del agua y otros recursos naturales, y detalla los instrumentos de políticas públicas, sus dispositivos normativos y de gestión con el marco referencial de su propio enfoque sobre estas políticas.

Finalmente, ha sido nuestra intención que el capítulo 11, *Los paradigmas ambientales*, de María Di Pace, Alejandro Crojethovich Martin y Carlos Ruggerio, obre como el aparato conclusivo de todo el volumen. Pasa revista a la evolución y desarrollo de sus tendencias, su ascenso, consolidación y contestación. El ambiente urbano es así analizado a través de su inclusión en las agendas del desarrollo de la década de 1990, como la Agenda 21, la Agenda “Marrón” y la Agenda “Verde”, para finalizar con las implicancias y articulaciones entre los niveles local, regional y global. Las manifestaciones más consolidadas del paradigma ambiental, el desarrollo urbano sustentable y la sustentabilidad, son aquí objeto de estudio particularizado, así como los indicadores y escenarios de sustentabilidad.

Como ya hemos indicado, todos los capítulos se sujetan a una estructura unitaria, que permite la lectura secuencial tal cual se plantea. Pero las caracte-

rísticas específicas que las diferentes temáticas abordan, permiten una lectura parcial, tanto a nivel de las secciones como de consulta de determinados capítulos en forma aislada. Esta modalidad, que es una posibilidad del lector en cualquier texto, ha sido tomada especialmente en cuenta, de tal modo que inclusive dentro de cada capítulo, se puedan encontrar, individualmente, las palabras introductorias que definen cada segmento, su desarrollo y exposición, la bibliografía específica y algunas consideraciones a modo de cierre.

Si bien los directores de este volumen hemos desarrollado muchas de las nociones y su articulación en toda la obra consideramos que es responsabilidad de cada uno de los autores la creación de los conceptos, percepciones y otras particularidades presentes en cada uno de los capítulos.

Buenos Aires, primavera de 2011.

Proemio

Jorge Morello
Silvia D. Matteucci

Nos toca prologar una obra donde la ciudad es el “espacio privilegiado de la vida humana” y se la mira desde enfoques muy distintos, pero complementarios y articulados. La sociedad urbana se estudia en sus interacciones internas y externas, tratando de compatibilizar la ciudad central, el suburbio y el campo; es decir, el espacio donde la superficie ocupada por el medio natural (incluyendo la agricultura) supera con creces al medio construido como hábitat humano concentrado.

Ecología urbana trata de cubrir déficits históricos en el estudio de las ciudades, su estructura y funcionamiento, tales como:

- a. Las relaciones entre la ciudad y el territorio agroproductivo circundante.
- b. Las interacciones de lo urbano con el medio natural.
- c. La conectividad urbano-portuaria con el resto del mundo.
- d. El crecimiento urbano sobre ecosistemas frágiles, de riqueza biótica excepcional, en suelos de alto potencial agroproductivo o sobre litorales costeros fluviales y oceánicos.

Integrar en tiempo y espacio la sociedad urbana y su entorno no fue tarea fácil, y hasta las últimas décadas del siglo XX en nuestro país no se tenía claro qué hacer para mejorar la calidad de vida de la población urbana y suburbana, o cómo mejorar el funcionamiento de sus ciudades. Ya en 1993, Jorge Enrique Hardoy estaba convencido de que en todos los niveles institucionales “no se discute el futuro de la ciudad argentina. No se analiza ni tampoco se intenta guiar su crecimiento”.¹

¹ Hardoy, J. E. (1993), “Urbanización, Sociedad y Medioambiente”, en Goin F. y R. Goñi (eds.), Elementos de política ambiental, H. Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires.

El futuro de las ciudades sigue incierto hasta hoy; fundamentalmente, por la velocidad e intensidad con que se producen los cambios en las políticas públicas, urbanas y extraurbanas, aun bajo gobiernos del mismo signo político. El impacto de estos cambios depende de decisiones políticas que afectan el rumbo de nuestra economía, las migraciones internas, las inversiones en energía y comercio internacional, la asignación de subsidios y las actividades productivas que afectan la salud de la población, como la minería a cielo abierto en regiones semiáridas y áridas, o el uso de agroquímicos de variada toxicidad. Dicho de otro modo, muchos investigadores de diversas disciplinas piensan que en nuestro país hay cambios imprevistos en un conjunto de aspectos que regulan el bienestar urbano, y que los temas ambientales no son importantes desde hace más de cuatro décadas.

Hardoy también señalaba que el crecimiento de nuestra población urbana se ha producido “sin las inversiones necesarias en infraestructura y servicios sociales”. Construir hábitat urbano, por humilde que sea, requiere enormes volúmenes de materia prima para material de construcción (suelo, subsuelo, madera, tosca, etc.) que se extraen en la inmediata vecindad o cercanía del área donde van a ser utilizados debido, principalmente, a los exagerados costos de transporte de carga pesada en automotores. Las consecuencias de estas acciones se reflejan en un rediseño de la topografía local no controlado, aunque existan normas que regulan tanto la extracción como la disposición de material sólido urbano. La importancia que tiene el consumo de “áridos” en el periurbano es enorme y de efectos diversos, sobre todo, socio-económicos, e incluyen: la transformación de las suaves depresiones donde se saca tierra negra para ladrillería y jardinería en superficies sensibles a la erosión mantiforme, el sellado de poros de la superficie, la cancelación del servicio de “esponja” absorbente durante lluvias chubascosas, y la formación de pantanos playos de vida limitada por la cantidad y distribución estacional de las precipitaciones.

Aparecen nuevos ecosistemas llamados “neo suelos decapitados” y el tipo de vegetación cambia, por ejemplo, del tipo pastizal flechillar a chilcal arbustal en la pampa. En la extracción tipo cantera, donde se saca tosca hasta la capa freática (6 a 12 m de profundidad en el conurbano de Buenos Aires), las pendientes del pozo de la “cava” sufren el carcavamiento, originando procesos de erosión en surcos que concentran agua de lluvia en la depresión, transformándola en lagunas permanentes o semipermanentes. Los espacios de pendiente “entre surcos” son colonizados por migrantes rurales pobres, que edifican las que se conocen localmente con el nombre de “villas de cavas”. La ausencia de redes cloacales

va transformando la laguna en un peligroso pantano altamente contaminado, criadero además de insectos transmisores de enfermedades como el dengue.

Finalmente, la creación de hábitat urbano incluye uno de los temas mejor tratados en la obra dirigida por Di Pace y Caride: el de los residuos sólidos que se vuelcan en los surcos de erosión, y aportan por lavado sustancias inorgánicas que aumentan la toxicidad del fondo de la depresión, y se multiplican los problemas sanitarios, sobre todo, infecciones cutáneas en niños y jóvenes.

Conocemos a la profesora “extraordinaria” de la Universidad Nacional de General Sarmiento, Maria Di Pace, desde hace varias décadas, desde sus inicios como ecóloga en un tiempo en que las circunstancias eran otras. Muy temprano, en su carrera académica mostró interés en una rama de la ciencia poco desarrollada en aquella época: la ecología urbana. Con criterios ecológicos y gran dedicación y empeño, logró establecer esta disciplina y formar un grupo de trabajo, recursos humanos valiosos en diversos aspectos de la ecología urbana. Con muy buen criterio, y a diferencia de lo que ocurre en otros formadores, promocionó el conocimiento básico disciplinar en un marco de integración de saberes. Intuimos que nuestro trabajo científico iba a tener varios intereses comunes con los del grupo de Di Pace; por lo pronto, nos unía la necesidad de entender la complejidad de las interfases y los procesos que se desarrollan en ellas. Mientras unos estudiábamos el impacto de los frentes de avance agropecuarios, Di Pace y sus discípulos avanzaban en ecología urbana y consolidaban un grupo robusto en conocimientos, integrado en la acción y con sólida proyección, ya que continuamente profundiza y amplía su labor, como lo demuestra el libro que aquí presentamos.

Nuestros mejores deseos para el grupo de trabajo, y muy especialmente a los que contribuyeron con sus aportes para esta obra, piloteados por la experiencia de la profesora “extraordinaria”.

Primera parte:
FUNDAMENTOS

Capítulo 1

Ecología Urbana

María Di Pace

A mi nieta Julia

*Para que una isla deje de estar desierta
no basta con que esté habitada.*

Gilles Deleuze, *Causa y razones de las islas desiertas*

Introducción

Este primer capítulo pretende dar cuenta del marco histórico y científico en el que surge la ecología como disciplina. El objetivo es poder situar la problemática de la que se hace cargo la ecología en un contexto más amplio respecto al devenir de las ciencias naturales y sociales, y en particular, de las bases filosóficas y epistemológicas que van constituyendo su desarrollo y evolución. Se pone énfasis en las principales discusiones y conceptos básicos que la constituyen, en su evolución en el tiempo y en las posibilidades y ventajas del surgimiento de una disciplina en desarrollo –la ecología urbana– que puede pensar la ciudad como un objeto de su conocimiento.

1.1. La ecología. Surgimiento y evolución. Discusiones y conceptos básicos

Varias definiciones han ido surgiendo a través del tiempo sobre *qué es la ecología*. Para lograr una mayor comprensión de su campo de conocimiento,

es, así interesante —y quizás también atractivo— recordar algunos hitos sobre su origen como disciplina y su creciente desarrollo. Ello posibilita vislumbrar con mayor claridad la necesidad de su estudio y la importancia que fueron tomando los diversos temas que constituyeron sus investigaciones, y que, concretamente, han ido otorgándole su valor como disciplina en la comprensión, enfoque, y contribución a las posibles y diversas soluciones de los problemas ambientales.

La ecología se desarrolló al revés que otras disciplinas. Mientras la mayoría de ellas progresó a través de la paulatina diversificación de los objetos primarios del conocimiento, en la ecología se fueron combinando los conocimientos que —en un principio— eran componentes de diversos campos científicos, intentando formar con ellos un cuerpo unificado de doctrina, *una ciencia de síntesis*.¹

En el siglo XIX, se produjeron tres hitos sustanciales en el desarrollo de la ciencia moderna que proveyeron las bases a la Biología y a la Ecología. Estos hitos están ligados a la historia científica y a la política que transcurrían en el mundo.

El primero ha sido *el control del espacio* en el planeta Tierra: en el marco del avance del poderío europeo se realizaron singulares expediciones científicas (las de los naturalistas como Humbolt, Bomplant y otros que recorrieron el mundo) que permitieron conocer y asentar la distribución geográfica de los recursos naturales.

El segundo hito lo constituyó *el cambio en la concepción del tiempo*, sustentado en los descubrimientos fundamentales de Alfred Wallace (1823-1913) y de Charles Darwin (1809-1882), que dieron cuenta de la regulación y evolución de las especies vegetales y animales a través del tiempo. Son estos autores los que nos hicieron notar que la acción de los factores del ambiente que afecta las distribuciones de las especies está basada en principios evolucionistas, en una concepción radicalmente nueva para el ser humano del *tiempo de la vida*. Considerando esta *unión de espacio y tiempo* es que el funcionamiento de la naturaleza comienza a ser pensado como el de una *red compleja en la que se relacionaban esas variables (espacio y tiempo)*.

El tercer hito es el resultado de la *reorganización de las relaciones entre las ciencias, fundamentalmente, entre la física y la química*, que permitió realizar distintos análisis químicos; además, se produjo un real avance en la *fisiología* (que creó conocimiento sobre el funcionamiento de los seres vivos), y de la *termodinámica*, que relacionó las propiedades físicas de los sistemas de la materia y la energía, desarrollándose así los principales procesos constitutivos de los flujos

¹ Cfr. Margalef, Ramón (1974), *Ecología*, Omega, Barcelona, 4^{ta} ed. 1986.

de materia y energía, posibilitando esbozar los grandes ciclos de los minerales esenciales para la vida (el carbono, el azufre, el nitrógeno, el oxígeno, etc.).

Es el comienzo de una real evolución de los principios que orientan y proveen los saberes esenciales sobre los seres vivos. Así surge la *Biología*, que toma como base dichos saberes y tiene por objetivo no solo la clasificación, sino también el *conocimiento funcional de los seres vivos, y fundamentalmente, su organización*.

A partir de estos parámetros científicos es que el funcionamiento de la naturaleza puede ser pensado como el de *una red compleja de interacciones entre organismos en un determinado ambiente, enunciando el sentido central de la Ecología*.

En 1888 fue Ernst Haeckel quien definió por primera vez a la *Ecología* como la relación entre los organismos; también, como la economía de la naturaleza, y más adelante, en la misma obra, como “la ciencia de las relaciones de los organismos con su mundo exterior”.²

En ese contexto, los estudiosos de la vegetación fueron más impresionados por la influencia de factores como el suelo y del clima sobre las plantas, y así los botánicos se han preocupado más por la forma –más bien pasiva– que reviste la adaptación de las plantas, siendo particularmente sensibles –en un principio– a los puntos de vista lamarckianos, que admiten a la herencia de los caracteres adquiridos en la vida individual.

Los zoólogos, por su parte, consideraron los movimientos de las poblaciones animales y las oportunidades de la evolución en la ocupación de distintos ambientes, aceptando así más fácilmente la teoría darwiniana de la selección natural. Unos y otros enriquecieron la Ecología con distintos aportes, cuya máxima expresión evolutiva se dará, varias décadas más tarde, en la llamada *genética de poblaciones*.

Pero el desarrollo de la Ecología hacia fines del siglo XIX y algunas décadas del siglo XX siguió dando cuenta de esa división entre Ecología Vegetal y Animal, dado que tenían enfoques e instrumentos aún no concordantes. Llegada la segunda mitad del siglo XX, la Ecología se distingue por pasar de una visión descriptiva a un tratamiento dinámico de los ecosistemas, enfoque que trata

² Haeckel, Ernst (1969), *Naturliche schöpfungsgeschichte*, citado por Bacon, Jeffrey (2001), *Apuntes de Ecología*, Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango, **Edición electrónica**, Ciudad de Durango, México, p. 2 <[www. EcoApuntes.homestead.com/ index](http://www.EcoApuntes.homestead.com/index)>. La vinculación de la noción de ecología con las ciencias de lo urbano se desarrolla en el Capítulo 4 de este volumen.

de conciliar dos aspectos aparentemente contradictorios: *el de la fragilidad y el de la persistencia de los ecosistemas*.³

Hacia más de un siglo, en 1935, que Alfred George Tansley (1871-1955) daba un nuevo término al mundo: el de *ecosistema*, un concepto holístico e integrativo, que combina los organismos vivos y el ambiente físico de un sistema dado. Los ecosistemas –de varios tipos y tamaños– representan una categoría en un sistema físico jerárquico desde el propio universo al átomo, instalando así un concepto trascendente, que prontamente se volvió universal y fue tomado por otras disciplinas.

En una rápida sucesión, van surgiendo con ímpetu una serie de conceptos y paradigmas en el campo de la Ecología (conceptos como los de *nicho ecológico*, *hábitat*, *resiliencia*, *flujo de energía y materia*, *dinámica de las poblaciones y los ecosistemas*; y paradigmas como “el mundo es verde, los herbívoros no son controlados por la cantidad de alimento”, o “las tramas tróficas simples son inestables”). Así, como dijimos anteriormente, no prima ya lo descriptivo sino lo dinámico, y se resalta cada vez más la complejidad del campo de la Ecología.

También algunos estudios agropecuarios, pesqueros y forestales de esos años fueron útiles para la Ecología: los censos sobre plagas forestales y agrícolas, y el estudio de captura de peces se transformaron en buenas fuentes para aproximaciones cuantitativas en el estudio de poblaciones y ecosistemas, dado que necesitan de una gran base de datos a través del tiempo. De igual manera, realizado por razones sanitarias, el estudio de distintos parásitos humanos, provocadores de enfermedades como el paludismo, cuyos ciclos se conocieron a fines del siglo XIX, propiciaron la aceptación y la *valoración de relaciones muy complicadas, no lineales, complejas, que se dan en los ecosistemas*. Las prácticas agrícolas y la necesidad de abonar para reponer los elementos extraídos en las cosechas también sirvieron como base para el estudio de los ciclos de nutrientes y su importancia en el proceso de producción. Si a ello le sumamos la asimilación del carbono y la captación de energía solar, que ya se conocía desde fines del siglo XVIII, podemos decir que fueron muchos los factores provenientes de las distintas ciencias, los que contribuyeron a formular las condiciones y límites de la producción primaria en los ecosistemas.⁴

Y así, esta ecología, cuyas raíces emergieron de la biología, se va transformando paulatinamente en una disciplina separada que integra el estudio de las

³ Di Pace, María J. (2009), *Un recorrido laberíntico desde la Ecología hacia la Ecología Urbana*, Colección Textos Institucionales, Serie Profesores Extraordinarios, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires.

⁴ Cfr. Margalef, Ramón, *op.cit.*, supra, nota 1.

interrelaciones entre los organismos, el ambiente físico y la sociedad humana.⁵ De esta manera, la ecología pasa a ser considerada hoy como una ciencia básica del ambiente, y es llamada a enfocar y resolver problemas ambientales.

1.2. Aspectos filosóficos y epistemológicos en relación con la ecología

Como se ha mencionado, la historia de la ecología se apoya, en un inicio, en descripciones y observaciones provenientes de la Historia Natural, para ir luego incursionando en la observación y funcionamiento de las relaciones entre los componentes vivos y no vivos de los ecosistemas.

Ahora bien, en la ecología ha habido una serie de debates sobre cuáles son las maneras más apropiadas para estudiar la naturaleza. A veces, la representación se confunde con lo instrumental, y el ecólogo se inclina a relacionar las cercanías sensoriales al objeto de estudio con la objetividad o realismo de la descripción. Así, no parece extraño que en algunos casos, el ecólogo “tienda a percibir la naturaleza como una realidad independiente de sí mismo” y se decida a confiar ciegamente en la objetividad de los procesos y resultados.⁶ La ecología es una disciplina tanto teórica como empírica, y aunque a veces se la confunda con el pensamiento “ambientalista” o “ecologista”, está bastante alejada del público, dado que varias de sus ramas poseen un alto conocimiento abstracto.

Al encarar las bases epistemológicas con el objeto de verificar la calidad y validez de las investigaciones ecológicas, la cuestión no escapa a la discusión entre *objetividad y subjetividad*. Algunas consideraciones de Adorno (1983) son ejemplo de ello. Adorno dice que “la objetividad tanto del científico como del artista se asocia fundamentalmente a los procedimientos, pero en ambos casos la subjetividad es protagonista”. En ambos (artista y científico) la genialidad no reside en la aplicación de procedimientos subjetivos “sino en acertar subjetivamente con una constelación objetiva”.⁷

Ahora bien, existe un acuerdo bastante generalizado entre epistemólogos y científicos sobre cuáles son los principales objetivos de la ciencia: la descripción, la explicación y la predicción de hechos. Y también, en que la

⁵ Cfr. Odum, Eugene (1993), *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems*, Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts (prefacio a la segunda edición), p. XIII.

⁶ Cfr. Camus, Patricio A. (1999), “La Historia Natural en ecología: ¿ni historia ni natural?”, *Ciencia al Día Internacional*, noviembre, nº 4, vol. 2.

⁷ La Teoría estética de Adorno es citada por Camus, Patricio A., *op.cit.*, supra nota 6.

mejor manera de proponer explicaciones y predicciones es mediante una teoría.⁸ Marone y Bunge expresan que “en la predicción la teoría se usa para identificar la posible observación, y se intenta mostrar que ella era esperable en el contexto de la teoría en cuestión”. Y siguen su análisis al decir que “aunque el énfasis en explicar y predecir parece haber sido equilibrado, una revisión del “estado del arte” en la epistemología en general (y en epistemología de la ecología en particular) indica que existe una larga tradición *que ha desatendido la explicación a favor de la predicción* (rechazando el pensamiento de los instrumentalistas que no consideran que ello es posible porque el proceso de cambio puede conducir a explicaciones cada vez más profundas).

La filosofía de la ciencia que esgrimen los “descriptivistas”, instrumentalistas y pragmatistas sostiene que el principal objetivo de una investigación es juntar datos (y en algunos casos usar técnicas estadísticas complejas) y hallar generalizaciones empíricas “útiles”, absteniéndose de conjeturar los mecanismos subyacentes en los hechos que explican los datos.⁹ Así, las generalizaciones empíricas son poco profundas, y como no postulan mecanismos subyacentes, tampoco puede evaluarlos.

Es posible notar que los conocimientos de los aspectos filosóficos y, fundamentalmente, los epistemológicos relacionados con la Ecología son incipientes, como lo es aún el desarrollo del campo de la Ecología. Sin embargo, son muy importantes para la formación de un ecólogo y para un ecólogo en formación, dado que estructuran su investigación y comprensión en la disciplina y de la disciplina a futuro.

Por esta razón, en base a la bibliografía revisada, en este texto se ha decidido enfocar la mirada sobre algunas de las cuestiones en discusión basada en un trabajo de Luis Marone y Rafael González del Solar. Se han seleccionado algunos párrafos —que son casi trascriptos—, a manera de síntesis de este tema.¹⁰

⁸ Cfr. Marone, Luis y Mario Bunge (1998), “La explicación en ecología”, en *Boletín de la Asociación Argentina de Ecología*, n° 7 (2).

⁹ *Ibíd.*

¹⁰ Cfr. Marone, Luis y Rafael González del Solar (2000), “Homenaje a Mario Bunge o por qué las preguntas en ecología deberán comenzar con ‘por qué’”, en Denegri, Guillermo y Gladys E. Martínez (eds.), *Tópicos actuales en filosofía de la ciencia. Homenaje a Mario Bunge en su 80° aniversario*, pp. 153-178, Martín, Mar del Plata.

Los citados autores expresan:

- a. Los dilemas entre comprender y controlar o entre razonar y observar han ocupado a los filósofos antiguos y modernos, interesados en el conocimiento humano. El racio-empirismo de Mario Bunge es un intento de sintetizar aquellas posiciones que favorecen el desarrollo del conocimiento científico, sin olvidar que es incompleto y falible, pero a la vez subrayando enfáticamente que se trata del mejor tipo de saber del que disponemos. Esto es así porque la ciencia fáctica utiliza de modo combinado las dos herramientas más adecuadas para eliminar la arbitrariedad de nuestras teorías sobre la realidad: *la racionalidad y la experiencia* (la cursiva es nuestra).
- b. La posición instrumentalista adolece de problemas que influyen negativamente en el desarrollo de investigación científica. Entre estas falencias son particularmente importantes: 1) desalentar todo aspecto de profundización y fundamentación de teorías que no lleve a mejoras más o menos directas en la prognosis [...], 2) enfatizar tanto el aspecto utilitario de la ciencia que esta resulta privada de las posibilidades de realizar aportes a la sociedad en el plano de la cultura en general y no ser meramente pragmática [...] no proveer ninguna explicación del fracaso de las teorías propuestas por los científicos, 3) puesto que estos argumentos sólo pueden ser respondidos desde posiciones muy cercanas al empirismo radical, el instrumentalista se coloca en la incómoda posición de favorecer una forma suave de irracionalismo [...].
- c. Un número importante de proyectos de investigación en ecología se han concebido sobre bases instrumentalistas, ya sea explícita o implícitamente.[...].
- d. El desarrollo de la ecología sería diferente del actual (¡y probablemente mayor!) si los ecólogos estuviésemos más al tanto de los supuestos filosóficos de la ciencia, posición que se comparte plenamente.

1.3. El vínculo entre las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales. La interdisciplina

Los problemas ecológicos son complejos, y para su enfoque y solución necesitan de la conjunción de distintos saberes, de distintas disciplinas. Sus

principales vínculos se dan entre las *Ciencias Naturales*, como la física, la química, la biología; y las *Ciencias Sociales*, tales como la geografía, la sociología, la antropología, la historia, el derecho, las ciencias políticas y administrativas. Es así como cobran importancia los estudios de carácter interdisciplinarios en la problemática ecológica.

La realización de tales estudios constituye, desde hace unos años, una preocupación dominante en la investigación. La búsqueda de formas de organización que hagan posible el trabajo conjunto de distintas experiencias disciplinares surge, sin duda, como una reacción contra la excesiva especialización que prevalece en el desarrollo de la ciencia contemporánea.

La realidad nos presenta problemas que no tienen, en general, un carácter sectorial, y por lo tanto, su estudio y solución no admiten la sectorialidad. Por otro lado, la excesiva especialización –imperante en una alta proporción de las investigaciones– no solo parcializa el enfoque del profesional (que no está en condiciones de entender el problema original), sino que el propio investigador adquiere una forma de pensamiento e interpretación que lo imposibilita y bloquea para interpretar una realidad compleja.

Es necesario también aclarar que, por supuesto, no toda la investigación es interdisciplinaria, ni todo profesional necesita involucrarse en la interdisciplina. La cuestión tiene múltiples facetas. La interdisciplina propone abordar solo una de ellas: la posibilidad misma de estudios que no sean la simple adición de estudios parciales de distintas materias sobre un mismo objeto (multidisciplina), dado que si el objeto es complejo, los análisis y las soluciones deben basarse en las interrelaciones, pues ellas son, en general, los nodos principales del problema a encarar. Esto se da específicamente en la Ecología, que es la disciplina cuyo objeto, como se especificó, se basa en el estudio de las interrelaciones.

En el caso de los sistemas ambientales, que incluyen distintos procesos resultantes de la interacción entre la sociedad (en sus aspectos sociales, culturales, económicos, productivos), el sustrato natural (en general antropizado) y los múltiples procesos sectoriales e intersectoriales, emerge la cuestión de la factibilidad misma de lograr una articulación entre aquellas disciplinas que estudian aspectos específicos del sistema. Lamentablemente, no es posible afirmar que esa articulación esté dada. En la incipiente práctica profesional, ello implica la negación de las frecuentes barreras conceptuales y metodológicas que suelen establecerse entre las diversas ciencias o las distintas disciplinas a lo largo del tiempo, así como la incipiente práctica profesional al respecto.

Ninguna metodología que se propusiera para el trabajo interdisciplinario sería aplicable si se pudieran establecer demarcaciones estrictas entre las disciplinas. En particular, si se mantuviera una separación tajante entre las llamadas “ciencias de la naturaleza” y “ciencias del hombre”, como es aún frecuente en un buen número de investigaciones. Sería cuestionable plantearse una investigación, por ejemplo, en el estudio sectorial de las inundaciones que ocurren en un territorio dado y tantos otros problemas similares, que conciernen a problemáticas ambientales en las que están presentes distintos elementos o variables que corresponden al dominio del campo de variadas disciplinas (la hidráulica, la ecología, la geografía, la historia, la antropología, por nombrar algunas).¹¹

Como expresa Rolando García (1993), “el rechazo de las dicotomías, por razones epistemológicas e históricas, abre la vía a los estudios ‘integrados’, sin violentar a las disciplinas en juego”.¹² La fundamentación de esta afirmación obliga a incursionar –aunque sea brevemente– en cuestiones concernientes a la historia de la ciencia y a las clasificaciones de las mismas.

Se conoce que una de las principales causas de interés en la clasificación de las ciencias, quizá desde la biblioteca de Alejandría en adelante, ha sido la preocupación de los bibliotecarios por el ordenamiento de los libros. Frecuentemente, la cuestión básica para distinguir una ciencia de otra, para distinguir una disciplina como una “ciencia separada de las otras” fue simplemente el uso de un término, como lo señaló Kotarbinski: “Se suele considerar que filosofía es una ciencia específica: quienes así lo hacen clasifican como filosofía todo aquello, y sólo aquello, que alguna vez fue designado así”.¹³ La aproximación interdisciplinaria surge ante la demanda social, ante la emergencia de situaciones problemáticas complejas, y por la evolución interna de las mismas ciencias, dado que esta orientación interdisciplinaria puede favorecer la integración y producción de conocimientos.¹⁴

Lejos de los modelos positivistas, que han planteado una demarcación de las disciplinas en forma rígida y fija, en la actualidad se considera que la mayoría de los problemas no tienen fronteras disciplinarias y que los límites de cada disciplina no son inamovibles. Como expresa Jean Piaget: “nada nos compele a dividir lo real en compartimentos estancos, o en pisos simplemente

¹¹ García, Rolando (1993), “¿Hay oposición entre las ciencias y las humanidades? Unidad y simplicidad en la ciencia”. *Lección de Metodología y teoría de la ciencia*, CINVESTAV, Conferencia para la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, p. 1.

¹² *Ibíd.*

¹³ *Ibíd.*, p. 2.

¹⁴ *Ibíd.*

superpuestos que corresponden a las fronteras aparentes de nuestras disciplinas científicas, y, por el contrario, todo nos obliga a comprometernos en la búsqueda de instancias y mecanismos comunes”. La necesidad de interdisciplina “[...] deja de ser un lujo o un producto ocasional para convertirse en la condición misma del progreso”.¹⁵

Desde esta visión, la interdisciplina contextualiza a la realidad no como algo obvio, unidimensional, simple y de fácil comprensión, sino que la presenta como contradictoria. En este sentido, se basa en la complejidad y unidad de la realidad, por un lado, y en la división del trabajo científico necesario para la evolución de la ciencia, por el otro. La interdisciplinariedad incluye intercambios disciplinarios que producen enriquecimiento mutuo y transformación. Estos intercambios implican además interacción, cooperación y circularidad entre las distintas materias a través de la reciprocidad entre las áreas, con importación de instrumentos, métodos, técnicas, términos y conceptos. Al incluir el vocablo *inter* lo ubicamos como un nexo del que se espera una cierta totalidad.

Ahora bien, esta propuesta de aproximación interdisciplinaria en general acude a conceptos desarrollados para una disciplina. En este sentido es necesario estructurar coordinadamente la pluralidad de dimensiones implicadas en la unidad de la “situación-problema”. Ilya Prigogine, al señalar la complejidad de la historia de la ciencia dice, “por un lado, vamos hacia una perspectiva pluralista. Por otro, existe una tendencia a encontrar una nueva unidad en aspectos aparentemente contradictorios de nuestra experiencia [...] Es la coexistencia de los dos niveles de descripción lo que nos aboca a la conflictiva situación que percibimos en las ciencias”.¹⁶

A esta altura, resulta oportuno anotar que existen requisitos complementarios para que la interdisciplina sea tal. En líneas generales ellos son:

- *El trabajo en equipo*: la formación de actitudes cooperativas en el grupo, sin jerarquización de una disciplina sobre otra, en un proceso de cooperación horizontal, en el sentido literal del término.

¹⁵ Piaget, Jean (1987), “La epistemología de las relaciones interdisciplinarias” incluido en “Importancia de la articulación interdisciplinaria para el desarrollo de metodología transdisciplinarias”, en Elichiry, Nora (compil.), *La epistemología de las relaciones interdisciplinarias. El niño y la escuela. Reflexiones sobre lo obvio*, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, p. 3.

¹⁶ Prigogine, Ilya (1987), “¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden”, en Elichiry, Nora, *op. cit.*

- *La flexibilidad*: la existencia de apertura en cuanto a la búsqueda de modelos, métodos de trabajo, técnicas, sin actitudes dogmáticas, con reconocimiento de divergencias y disponibilidad para el diálogo.
- *La cooperación recurrente*: la continuidad en la cooperación entre los conceptos disciplinarios para lograr cohesión del equipo. Una cooperación ocasional no es interdisciplina.
- *La reciprocidad*: la interacción entre las disciplinas o entre los conceptos desarrollados en los campos de las disciplinas. La reciprocidad lleva al intercambio de métodos, conceptualizaciones, códigos lingüísticos, técnicas, resultados, etcétera.

Con estos requisitos básicos asegurados nos ubicamos en el nivel máximo, desde el punto de vista estructural, de las relaciones interdisciplinarias: el de la integración sistémica.

Esta integración sistémica nos lleva a la orientación *transdisciplinaria*. La transdisciplinariedad es una aproximación metodológica que compatibiliza tanto la unidad como la diversidad de la ciencia. Sin embargo, en términos de Piaget, la etapa de las relaciones transdisciplinarias es aún incipiente, un anhelo, pero con posibilidades de concreción. La transdisciplinariedad supone un sistema total que integra las distintas regiones científicas a través de un marco conceptual común a emplear en el tratamiento de una determinada cuestión. Y continúa expresando que la aproximación transdisciplinaria “no se contentaría con lograr interacciones o reciprocidades entre investigaciones especializadas sino que situaría estas conexiones en el interior de un sistema total sin fronteras estables entre las disciplinas. Esto nos brinda un intento de explicación científica totalizadora de la realidad”.¹⁷

Piaget aclara que los científicos establecen *consensos* de naturaleza diferente al que mantienen los miembros de un partido político o de un grupo artístico, este *consenso* no es de naturaleza estática, ya que puede haber muchas discusiones entre investigadores que realizan experimentos sobre un mismo problema, pero lo común es la actitud de *verificación*. “Lo que ha dado unidad a nuestras ciencias desde su período de formación ha sido la voluntad de verificación y de una verificación cuya precisión aumenta previamente en relación con los controles recíprocos e incluso con las críticas”.¹⁸

¹⁷ Piaget, Jean (1987), en Elichyry, Nora, *op. cit.*, supra, nota 15, p. 5.

¹⁸ *Ibíd.*, p. 6.

De esta manera conjunta se procurará conciliar unidad-diversidad y especialidad-universalidad a través de las interrelaciones de diferenciación e integración de las disciplinas, como así también a través de las discusiones, divergencias, críticas y consensos del equipo de trabajo.

Una ciencia sólo aparece cuando se ha hecho una delimitación suficiente de los problemas susceptibles de acotar un campo de investigación en el que sea posible un acuerdo. Lo fundamental, entonces, será salir del aislacionismo aún vigente y abocarnos al trabajo en equipo, sin “saberes absolutos”, sino en la búsqueda constante de modelos teóricos que permitan resolver los problemas que la realidad plantea.¹⁹

Yendo a los problemas ambientales, y fundamentalmente, a sus características primordiales, ellos pueden ser considerados como sistemas complejos,²⁰ dado que están constituidos por elementos o variables heterogéneos, lo que significa que sus subsistemas pertenecen a los “dominios materiales” de muy diversas disciplinas. La concepción piagetiana del “sistema de ciencias”, con sus dominios circulares y su red de interacciones, remueve todo obstáculo teórico para articular los estudios que se realicen en esos diversos dominios materiales”.²¹ Esto no significa, sin embargo, que sea simple superar las dificultades prácticas de esa articulación. Trabajando en equipo en problemáticas del ambiente se verifica que es posible practicar la multidisciplina; más difícil es llevar a cabo la interdisciplina, y ni qué decir, la transdisciplina. Ello se debe a la dinámica de trabajo diaria de los equipos que, por lo general, no están abocados solo a la actividad de investigación, y por lo tanto, se dificulta la dinámica necesaria para el trabajo interdisciplinario, el de reunirse para formular, discutir, avanzar en el problema que se está encarando, y además, porque en general no es fácil el diseño de metodologías interdisciplinarias, fundamental para enfocar procesos y obtener resultados interdisciplinarios. Ello se complejiza aún más, como se verá más adelante, cuando tratamos con la *Ecología Urbana*, una disciplina joven, cuyos conceptos, teorías y enfoques están en formación y discusión activa.

¹⁹ Piaget, Mackenzie y otros (1987), “Tendencias de la investigación en ciencias sociales”, en Elichiry, Nora, *op. cit.*, p. 6.

²⁰ Este tema tendrá un mayor desarrollo en el capítulo 2.

²¹ García, Rolando, *op. cit.*, supra, nota 11, p. 2.

1.4. La ecología urbana como disciplina para pensar la ciudad

El enfoque ecológico reviste importancia para el tratamiento de la compleja problemática de las ciudades. Varias y significativas son las razones para ello: por las múltiples relaciones que es necesario considerar en ese particular ecosistema urbano que constituye una ciudad, porque la Ecología como disciplina “de las interrelaciones entre los organismos y su ambiente” puede concurrir al análisis de ellas, dado que son dichas interrelaciones (ambientales, sociales, económicas, políticas) *los nodos problemáticos* de las ciudades, porque posee herramientas y mecanismos que permiten entender la complejidad y la diversidad, características esenciales de la ciudad. Para comprender y analizar esos nodos problemáticos son necesarios otros conceptos, que podrían ser elaborados a partir de la ecología tradicional (basada fundamentalmente en ecosistemas prístinos o poco modificados), que se inserta en las Ciencias Naturales, pero en el caso específico de las ciudades se debe establecer una relación dialéctica con las Ciencias Sociales.

La complejidad



La diversidad



Para ello, una serie de conceptualizaciones deben ser revisadas y otras adaptadas a este nuevo campo teórico que está aún en formación. En síntesis –como se ha expresado– la Ecología se centra en el estudio de las relaciones de los organismos con su ambiente. La Ecología Urbana estudia las relaciones fundamentales de los seres humanos y el ambiente de las ciudades, los lugares donde vive actualmente la mayoría de la población mundial.

Hace apenas un siglo, la gran mayoría de la población mundial vivía en áreas rurales –en 1900 solo un 10% de la población habitaba las ciudades–, pero en algún momento del año 2007 esta situación se revirtió, y actualmente son más los que habitan en las urbes que en las áreas rurales. Los investigadores de dos universidades norteamericanas (North Carolina y Georgia), estudiando la demografía de las ciudades, identificaron en sus proyecciones a la mitad de 2007 como el tiempo de la transición, basándose en el promedio de los incrementos diarios de la población urbana y rural desde el año 2005 y sus proyecciones al 2010. Según las previsiones, en ese tiempo la población urbana global de 3.303.992.253 personas superó a la rural de 3.303.866.404.²²

²² El Portal de la Ciencia y la Tecnología en Español <www.solociencia.com>.

Ello supone el mayor cambio demográfico de la humanidad desde que comenzó la civilización. Aproximadamente, 70 millones de personas (más que la población total de Francia, 75% urbana) se suman cada año a las crecientes ciudades y sus suburbios, habitando la gran mayoría en asentamientos urbanos de bajos ingresos en los países en desarrollo.

Una proyección de la ONU expresa que para el año 2050, el 88% de la población mundial estará en los países actualmente en desarrollo, frente al 81% de hoy. De acuerdo con distintas fuentes de información, hacia el 2050, todos los continentes crecerán, excepto Europa, que perderá 124 millones de habitantes, hasta quedarse en 603 millones. El mayor aumento absoluto será el de Asia (de 3.672 a 5.428 millones), pero en términos relativos, crecerá más África (de 794 a 2.000 millones). Esto trae aparejado distintas consecuencias, por ejemplo, para mantener la relación entre activos y jubilados, los países ricos europeos que pierden población, necesitarían absorber 100 millones de inmigrantes hasta 2050.

América Latina cuenta con una de las tasas de población urbana más altas del planeta. En promedio, casi el 60 % de la población de América Latina vive en áreas urbanas. En Argentina, de acuerdo al último Censo Nacional de Población y Vivienda del 2010,²³ la población actual es de 40.091.359 habitantes, de los cuales aproximadamente el 80% vive en áreas urbanas.

Una característica esencial de la problemática urbana es que generalmente está signada por conflictos de intereses entre actores y de estos con el ambiente, sin que unos y otros puedan disociarse. Por el contrario, se torna necesario entenderlos precisamente como aspectos de una misma situación compleja.

La Ecología (cuyas raíces emergieron de la biología, y estuvo centrada en sus orígenes en el estudio de los sistemas naturales prístinos), va transformándose cada vez más en una disciplina o una rama disciplinar que integra el estudio de las relaciones entre los organismos, el ambiente físico y la sociedad humana;²⁴ es decir, la ecología pasa a ser considerada hoy como una ciencia básica del ambiente, y ese ambiente, como se ha mencionado, va adquiriendo características urbanas en gran parte del planeta, condicionando el desarrollo socioeconómico de una sociedad.

²³ Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), *Censo Nacional de Población y Vivienda*, 2010.

²⁴ Odum, Eugene, *op. cit.*, supra, nota 5.

A través del tiempo han surgido distintas definiciones de ecología urbana. Montenegro²⁵ habla de la ecología urbana como sistemas consumidores (homologando al término de consumidor dado por la ecología tradicional a los seres vivos que consumen la energía producida por los productores, en general, la vegetación). Bettini ²⁶ también se refiere a la ecología urbana ligándola a las nociones de funcionamiento, metabolismo o flujo energético.

De acuerdo con los autores citados, y como se dijo anteriormente, es dable notar que la ecología urbana, al igual que la ecología agrícola, estudia ecosistemas cuyo funcionamiento se mantiene —en gran parte— con aporte de energía externa; es decir, los centros urbanos son ecosistemas que tienen una fuerte dependencia del afuera del sistema, temas que se ampliarán en capítulos siguientes.

Se visualiza aquí a la ecología urbana como una disciplina nueva, con un *corpus* teórico en formación (de allí la importancia de la creación de conocimiento teórico al respecto), que surge interrelacionando conceptos y teorías de la ecología tradicional, el urbanismo, la economía, la antropología, la geografía, la ingeniería, el derecho, la sociología, la historia, constituyendo una disciplina-vínculo entre las ciencias naturales y las ciencias sociales.

La ecología urbana como disciplina tiene entre sus objetivos el análisis de la estructura de los centros urbanos, la cuantificación de los flujos de materia y energía que interrelacionan la ciudad con su entorno y permiten su continuidad, la elaboración de indicadores ambientales y de sustentabilidad aplicados a la gestión urbana, el estudio de los impactos producidos por las distintas actividades humanas sobre el ambiente, la búsqueda de criterios multifacéticos para la gestión de las urbes, por citar solo algunos de los más significativos.²⁷

²⁵ Montenegro, Raúl (2000), *Ecología de los Sistemas Urbanos*, Centro de Investigaciones Ambientales, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata, p.127 y ss.

²⁶ Bettini, Virginio (1998), *Elementos de ecología urbana*, Peinado Lorca, Manuel (ed.), Serie Medio Ambiente, Trotta, Madrid, p. 69.

²⁷ Los términos “sostenibilidad” y “sustentabilidad” obran como sinónimos en diferentes textos de la literatura en castellano. En la redacción de este volumen, se utilizarán indistintamente.

El ambiente urbano



Vista aérea de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina

Bibliografía del Capítulo 1

- BACON, J. (2001), *Apuntes de Ecología*, Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Edición electrónica, Ciudad de Durango, México. <[www. EcoApuntes.homestead.com/ index](http://www.EcoApuntes.homestead.com/index)>.
- BETTINI, V. (1998), *Elementos de ecología urbana*, Peinado Lorca, Manuel (ed.), Serie Medio Ambiente, Trotta, Madrid.
- CAMUS, P. (1999), “La Historia Natural en ecología: ¿ni historia ni natural?”, en *Ciencia al Dia Internacional*, noviembre, nº 4, vol. 2.
- DELÉAGE, J. P. (1993), *Historia de la Ecología. Una ciencia del hombre y la naturaleza*, Icaria, Barcelona.
- DI PACE, M. J. (2009), *Un recorrido laberíntico desde la Ecología hacia la Ecología Urbana*, Colección Textos Institucionales, Serie Profesores Extraordinarios, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires.

- ELICHIRY, N. (1987), "Importancia de la articulación interdisciplinaria para el desarrollo de metodologías transdisciplinarias", en Elichiry N. (compil.), *La epistemología de las relaciones interdisciplinarias. El niño y la escuela. Reflexiones sobre lo obvio*, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires.
- El Portal de la Ciencia y la Tecnología en Español <www.solociencia.com>
- GARCÍA, R. (1993), "¿Hay oposición entre las ciencias y las humanidades? Unidad y simplicidad en las ciencias", *Lección de Metodología y Teoría de la Ciencia*, CINVESTAV, Conferencia para la Universidad Nacional de Litoral, Santa Fe.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) (2010), *Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda*, Argentina.
- KUHN, T. (1996), *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.
- LEFF, E. (1986), "Ambiente y Articulación de Ciencias", en Leff, E. (coord.), *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo Las disciplinas científicas y la problemática ambiental*, Siglo XXI, México.
- (coord.) (2000), *La complejidad ambiental*, Siglo XXI, México.
- MARGALEF, R. (1974), *Ecología*, Omega, Barcelona, 4^{ta} ed. 1986.
- MARONE, L. y M. BUNGE (1998), "La explicación en ecología", en *Boletín de la Asociación Argentina de Ecología*, n° 7 (2).
- MARONE L. y R. GONZÁLEZ DEL SOLAR (2000), "Homenaje a Mario Bunge o porqué las preguntas en ecología deberán comenzar con 'por qué?'" en Denegri Guillermo y Gladys Martínez (eds.), *Tópicos actuales en filosofía de la ciencia. Homenaje a Mario Bunge en su 80° aniversario*, Martín, Mar del Plata, págs. 153-178.
- MONTENEGRO, R. (2000), *Ecología de los Sistemas Urbanos*, Centro de Investigaciones Ambientales, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- ODUM, E. (1959), *Fundamentals of Ecology*, W.B. Saunders Company, Philadelphia and London.
- (1993), *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems*, Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts (prefacio a la segunda edición).

- PIAGET, J. (1987), “La epistemología de las relaciones interdisciplinarias” incluido en “Importancia de la articulación interdisciplinaria para el desarrollo de metodología transdisciplinarias”, en Elichiry, Nora (compil.), *La epistemología de las relaciones interdisciplinarias. El niño y la escuela. Reflexiones sobre lo obvio*, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires.
- PIAGET, MACKENZIE y otros (1987), “Tendencias de la investigación en ciencias sociales”, en Elichiry, Nora (compil.), *La epistemología de las relaciones interdisciplinarias. El niño y la escuela. Reflexiones sobre lo obvio*, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires.
- PRIGOGINE, I. (1987), “¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden” en Elichiry, N. (compil.), *La epistemología de las relaciones interdisciplinarias. El niño y la escuela. Reflexiones sobre lo obvio*, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires.

Capítulo 2

Ambiente y Ecología

Alejandro Crojethovich Martin
Ana Carolina Herrero

*¿De qué sirve una casa si no se cuenta
con un planeta tolerable donde situarla?*
Henry David Thoreau, *Walden*

Introducción

Este capítulo propone reforzar algunos aspectos epistemológicos sobre la Ecología como ciencia y discutir ampliamente el concepto de “ambiente”; es decir, qué se entiende hoy por ambiente, y cómo se lo entendía ayer, y las implicancias de esas concepciones, con referencia explícita al ambiente urbano. Nuestro enfoque será el de la ciudad como sistema abierto, como sistema complejo, como ecosistema, considerando sus estructuras y funciones. El final del capítulo se centra en los sistemas de flujos de materia, energía e información que atraviesan, se desplazan y articulan en las urbes.

2.1. El concepto de ambiente

Hasta las primeras décadas del siglo XIX, la connotación de ambiente era un concepto geográfico, con énfasis en lo físico. Pero Charles Darwin, en su vasto trabajo, que va desde la descripción de especies animales y vegetales hasta la excepcional elaboración de la teoría de la evolución, supera el concepto de am-

biente ligado a lo físico, y le da importancia a lo orgánico y a las interrelaciones múltiples existentes en los ecosistemas.

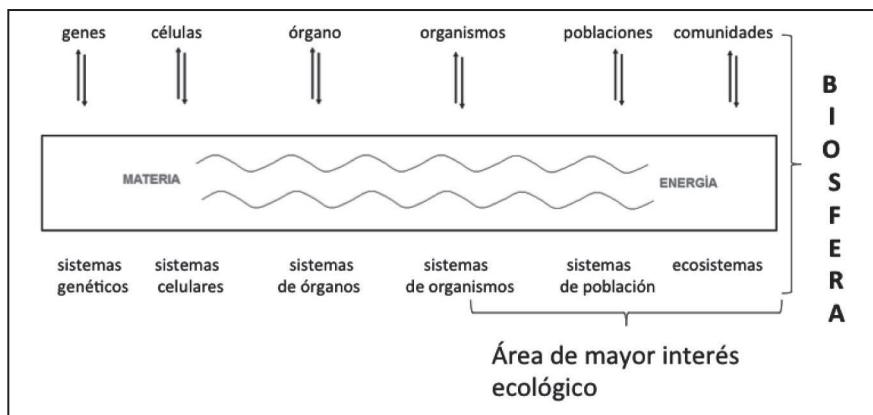
Darwin ha jugado un rol fundamental en la concepción del mundo en general y en las ciencias biológicas y humanas en particular.

Así, tal como se explica en el capítulo anterior, la Ecología es reconocida hoy como una ciencia básica del ambiente, aunque, como veremos más adelante, es un concepto incompleto. Debemos poner énfasis en que si bien existen distintas definiciones para el término de *ecología*, hay dos características que le son sustanciales; esto es, que no se concentra en los organismos en sí mismos ni en el ambiente por su propio interés, sino en las *interrelaciones* entre los organismos y sus ambientes, y su objetivo central es describir e interpretar los principios que gobiernan esas interrelaciones.

Por lo tanto, desde una perspectiva ecológica, esas relaciones no son solamente entre los organismos, sino que considera los flujos de energía con los ciclos de la materia en el continente, en los océanos, en el aire y en las aguas continentales.

Los niveles sucesivos de organización que presenta Odum (1993) ponen en evidencia, a través de los “niveles de organización”, la relación entre la estructura y la función de la naturaleza, entendiendo que la humanidad forma parte de ella. En la **Figura 2.1** se presenta un tipo de espectro de niveles, en el cual las unidades biológicas actúan recíprocamente con el medio físico (energía y materia), combinándose sucesivamente para producir una serie de sistemas vivos (biosistemas).¹

Figura 2.1. Niveles de organización



Fuente: Elaboración propia en base a Eugene Odum, 1993.

¹ Conjunto de reglas o principios sobre una materia enlazados entre sí.

En Ecología, el término *población* incluye a los grupos de individuos de cualquier tipo de organismos y el de *comunidad* a todas las poblaciones de un área dada. Así, la comunidad y el medio abiótico funcionan juntos como un sistema ecológico o *ecosistema*. Finalmente la *biosfera*, esto es todos los ecosistemas de la tierra que funcionan juntos en una escala global, se funde imperceptiblemente (sin fronteras precisas) con la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera.

Cuando se focaliza un objeto, un individuo, una población o un sistema del universo, sea o no viviente, el centro de interés es el objeto o el sistema² y lo externo a ello puede denominarse su *medio ambiente* o *ambiente*. Cuando se trata de objetos reales y sobre todo en el plano biológico, el comportamiento del sistema no está determinado en forma exclusiva por las propiedades internas del sistema, sino que sobre este influye lo externo y viceversa, es decir, que el objeto actúa sobre el ambiente.

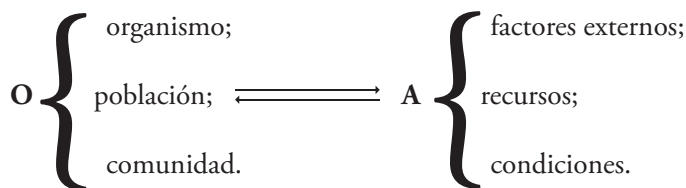
Para Gallopín (1981), el ambiente es otro sistema que influye sobre el sistema-objeto. Es decir, el ambiente puede ser definido como otro sistema cuya organización determina aquellas cualidades en el comportamiento del sistema que no provienen de su propia organización. Por ejemplo, si el sistema a considerar es la contaminación del Río de la Plata, el ambiente sería otro sistema compuesto por elementos tales como la contaminación de sus afluentes, los residuos domésticos e industriales producidos por las actividades que se desarrollan en su cuenca, la extracción de agua para satisfacer diferentes actividades, la dinámica del río, la legislación sobre el control de vuelco de efluentes líquidos, etc. Todo ello está influyendo sobre el sistema-objeto (en el ejemplo la contaminación del Río de la Plata). Por lo tanto, el ambiente de un sistema está constituido por aquellos elementos que no pertenecen al sistema en consideración pero que están interrelacionados con éste,³ constituyendo una relación biunívoca.

O $\longleftrightarrow$ A (O: objeto; A: ambiente)

² Se define como sistema al conjunto de elementos relacionados entre sí, es decir, una abstracción definida o impuesta sobre un segmento determinado del universo.

³ Cfr. Gallopín, Gilberto (1981), *The abstract concept of environment*, Int. J. General Systems, pp. 139-149.

Para Frangi (1993) “el ambiente es el conjunto de factores externos, recursos y condiciones, que actúan sobre un organismo, una población, una comunidad”.⁴



(O: objeto; A: ambiente)

Es importante destacar que en ambas conceptualizaciones el ambiente es lo externo, pero interactuante.

Una vez identificado el ambiente, hay que definir qué variables actúan sobre el sistema en cuestión; es decir, hay que trabajar con un conjunto bien definido de variables que se consideran importantes en los procesos que regulan las interrelaciones entre el objeto y el ambiente. Por ejemplo, en las crecidas que ocurren en un municipio dado, el proceso que regula las interrelaciones en el sistema-objeto es el de inundación. Allí se debe definir el sistema ambiente; es decir, qué factores y variables componen ese sistema-ambiente del municipio en cuestión, que permiten proveer conocimiento sobre las interrelaciones principales que se están dando entre el municipio (objeto) y su ambiente; ello es fundamental para entender, procesar y predecir cuáles serán las situaciones futuras cuando se produzca el proceso que llamamos inundación.

Por lo tanto, de manera más funcional, podemos definir *ambiente* de un sistema-objeto como un conjunto de variables o factores, no pertenecientes a dicho sistema, que están acoplados a elementos o subsistemas del sistema-ambiente y que influyen, afectan o inciden sobre el sistema-objeto.

En Ecología Urbana, como analizaremos en los puntos siguientes, ese ambiente está antropizado; es decir, posee las características que le otorgó el ser humano, y forma con este un sistema complejo y de relaciones mutuas e interdependientes.

⁴ Frangi, Jorge (1993), “Ecología y Ambiente”, en Goin, Francisco y Ricardo Goñi, *Elementos de Política Ambiental*, Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, p. 226.

Un aspecto importante que hay que tener en cuenta es el nivel de organización de la realidad al que pertenecen las variables que componen el ambiente, puesto que no solo pertenecerán al ámbito biofísicoquímico natural, sino también al biofísicoquímico producto de la acción antropogénica, al social, al económico, al cultural, al institucional, etcétera.

Es por ello que, si bien se mencionó varias veces que la Ecología es reconocida hoy como una ciencia básica del ambiente, luego de lo expuesto se está en condiciones de afirmar que el ambiente es más que lo que significaba el término ambiente en la ecología tradicional (lo vivo y no vivo) que rodea a un objeto dado del ecosistema, sino que aparece como un nuevo potencial de desarrollo, basado en la articulación sinérgica de la productividad ecológica del sistema de recursos naturales, de la productividad de sistemas tecnológicos apropiados y de la productividad cultural que proviene de la movilización de los valores conservacionistas, de la creatividad social y de la diversidad cultural.⁵ Analizados los dos sistemas interactuantes, objeto y ambiente, y mencionadas las variables que actúan, puede considerarse como *ecosistema* al supersistema que los comprende a ambos.

Dimensiones económicas, sociales y culturales

El ser humano difiere más en lo que respecta a sus dimensiones económicas, sociales y culturales que respecto a sus dimensiones biológicas. Por lo tanto, es de esperar que distintos sistemas humanos, en cuanto a sectores sociales, culturas y por ejemplo, clases de edades, atribuyan valores diferentes a determinados aspectos del ambiente.

En concomitancia con las diferencias culturales, sociales y económicas, hay, a su vez, grandes variaciones en la percepción, apreciación y valorización del ambiente.

Gallopin habla así del *ambiente percibido y el ambiente valorado*. La consideración de la percepción y valoración ambiental de los distintos sectores sociales es fundamental a la hora de formular políticas ambientales.

⁵ Cfr. Leff, Enrique (2002), *Globalización, Racionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable*, ponencia electrónica disponible en <www.union.mx/guia/poblacionyambiente/globalizacion.htm>.

2.2. Ambiente urbano

El ambiente urbano es el referido a una forma particular de ocupación del espacio por una población; es decir, la aglomeración resultante de una fuerte concentración y de una densidad relativamente elevada, que tendría como correlato previsible una diferenciación funcional y social cada vez mayor. Incluye al *ambiente natural*, generalmente antropizado de la ciudad, esto es, los elementos físicos de la naturaleza (relieve, clima, agua, aire, suelo, etc.), al *ambiente construido*, formado por las estructuras del espacio que son resultantes de la dinámica social sobre el territorio urbano (casas, comercios, rutas, vías férreas, aeropuertos, etc.), y por último, a la *sociedad* que habita en ese conglomerado (con sus características distintivas como: nivel de ingreso, acceso a educación, acceso a los servicios de salud, impacto de la contaminación sobre la salud, etcétera).

El ambiente urbano surge, justamente, de diversos procesos de interacción entre tales instancias: la natural (antropizada o no), la construida y la social. Y en estos procesos de interacción intervienen actores cuyos orígenes son tanto internos como externos a dicho ambiente, y pueden ser de tipo natural, histórico, económico, político, social y cultural en general. Como se mencionara en el punto anterior, hay que destacar que la importancia relativa de los elementos, así como la valoración y/o percepción del ambiente, pueden variar según diferentes situaciones; por ejemplo, en las zonas rurales los factores ambientales físicos suelen tener una mayor incidencia que en las áreas urbanas, donde los factores de tipo construido y social, son relativamente más determinantes.

En una ciudad se encuentran distribuidos y organizados sobre el sustrato diferentes elementos, sean naturales o artificiales, que tienen que ver con el hábitat y las actividades de las personas que allí viven. Sus características distintivas están orientadas principalmente por las relaciones sociales, económicas y políticas predominantes, condicionadas o favorecidas por sus recursos naturales. Por lo tanto, la localización de una ciudad y sus relaciones a través de la historia son los que hacen de una ciudad lo que es.

A partir de estos elementos, definimos *ambiente urbano* como el sistema o el conjunto de factores externos (según el enfoque metodológico de Gallopin o de Frangi, respectivamente), constituido por los factores biofísicoquímicos o naturales, construidos, sociales, económicos y culturales, que influyen sobre un determinado sistema-objeto, humano o no, y que a su vez son influidos por él.

Cada una de las instancias (natural, construida o social), es una condicionante de las otras dos y una resultante de ambas. Para comprender cómo se

complejiza o cómo se mejora el ambiente urbano hay que determinar cómo cada instancia lo condiciona.

2.3. Los sistemas complejos. Los sistemas abiertos

Una manera de enfocar el estudio de la ciudad es considerarla como un sistema complejo, dado que en ella confluyen múltiples elementos –que intervienen en distintos procesos– y sus interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada, a la que denominamos *sistema complejo*.

En este caso, el sistema complejo es la ciudad o un problema urbano que constituye lo que García (1986) llama “sistema global”; es decir, un conjunto de elementos que intervienen en procesos (sociales, económicos, ecológicos, políticos, legales, culturales, etc.), con sus partes y factores constitutivos, sus interrelaciones con los demás sistemas.⁶ Esta no es una definición precisa, más bien una primera aproximación que necesitará de sucesivas elaboraciones.⁷

No es solo la heterogeneidad de los elementos o subsistemas que lo integran lo que determina la “complejidad” de un sistema. En realidad, la característica que determina que un sistema sea complejo es la “interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total”.⁸ Ello excluye la posibilidad de obtener el análisis de un sistema complejo por la adición de estudios sectoriales que corresponderían a cada elemento de su estructura.

También resulta importante considerar que en un sistema complejo no todas sus partes tienen por qué encontrarse al mismo nivel organizativo, sino que pueden estar formando una estructura jerárquica. En una ciudad podemos tener dos tipos de jerarquías, una ecológica y otra socioeconómica, interactuando y autoorganizándose (ver por ejemplo Fujita y otros, 1999). Cuando hablamos de jerarquías y de cómo estas se producen, podemos considerar que

⁶ Cfr. García, Rolando (1986), “Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos”, en Leff, Enrique (coord.), *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Siglo XXI, México, p. 45.

⁷ El concepto de sistema utilizado en este capítulo es el de Rolando García, *op. cit.*, y no coincide con lo considerado como sistema en el “análisis de sistemas”, propio de la ingeniería y la econometría, fundamentalmente.

⁸ García, Rolando (1994), “Interdisciplinariedad y sistemas complejos”, en Leff, Enrique (compil.), *Ciencias Sociales y formación ambiental*, Gedisa, Barcelona, p. 86.

sus distintos niveles (a partir de un nivel que podemos llamar 'n') tienen en sí mismos procesos que se diferencian en la velocidad de sus procesos. Así, mientras el nivel 'n' puede estar actuando a una velocidad v_n , un nivel superior puede estar funcionando a una velocidad menor v_{n+1} . De hecho, la estructura impuesta por las diferencias de velocidades es suficiente para descomponer un sistema complejo en niveles organizacionales y en componentes discretos dentro de cada nivel.

El estudio sistémico de un sistema complejo no necesariamente requiere trabajar con infinitas variables e interrelaciones. Por el contrario, existen indicios de que un sistema complejo puede ser caracterizado a partir de un conjunto reducido de variables. Holling (1992), a partir de una revisión de 23 ejemplos de ecosistemas manejados, concluye que un pequeño número de conjuntos de variables bióticas y abióticas determinan la estructura sobre un amplio rango de escalas en todos los ecosistemas.

Componentes de un sistema complejo

Investigar un sistema significa estudiar un trozo de la realidad, que de acuerdo a los componentes y características de lo que se desea investigar, puede incluir aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos, políticos, institucionales, culturales. Es obvio que existen múltiples formas de abordar estos sistemas, dependiendo de los objetivos que se persiguen en cada programa concreto de investigación. No es obvio, sin embargo, cómo debe definirse el sistema, una vez fijados los objetivos de la investigación:

- a. El punto de partida está dado por el campo epistémico o conceptual que establece el *tipo de pregunta o conjunto coherente de preguntas* que especifican la orientación general de la investigación. En general, es posible formular *una pregunta básica (pregunta conductora)* con un conjunto de subpreguntas.
- b. Dada la pregunta conductora, la selección de *los componentes del sistema* (los elementos, los límites y sus interrelaciones, tanto externas como internas) es guiada por la relevancia que estos tengan respecto a ella.

- c. Como rara vez esto es claro desde el comienzo, es necesario hacer más de un intento, es decir *la definición del sistema se va transformando en el transcurso de la investigación.*

Los límites

Los sistemas complejos que se presentan en la realidad carecen de límites precisos en su extensión física y en su problemática. Son *sistemas abiertos* y realizan intercambio con el medio externo. García llama *las condiciones de contorno* a ese medio externo al sistema.

No se trata solo de fronteras físicas, sino del tipo de problemática que se va a estudiar y del aparato conceptual que se maneja; es decir, qué se *deja fuera* del sistema y qué está totalmente *incluido* en el sistema, qué escalas espaciales y temporales se van a usar, etcétera.

Se comienza por las fronteras geográficas (un país, una región, una selva, una ciudad, un municipio, un barrio), para luego considerar otros límites menos obvios (formas de producción, de organización económica o de culturas que coexisten en una región), algunas de las cuales no son esenciales, o lo son de menor prioridad de acuerdo a los objetivos o a las preguntas elaboradas y pueden entonces dejarse “afuera”. Dejar *afuera* no significa necesariamente dejarlo fuera de consideración, dado que si interactúa de alguna manera se tomará en cuenta *como condiciones de contorno* o *condiciones en los límites*. Esas condiciones pueden especificarse en forma de flujos (de materia, energía, de información). Lo más importante en ellos es la *velocidad de cambio* y está relacionada con la escala temporal de los fenómenos que se quieren estudiar. Es decir, si la velocidad de una determinada variable es muy lenta para la cuestión que estamos analizando, esta puede considerarse como una constante.

Los elementos

Estos constituyentes esenciales del sistema merecen algunas consideraciones:

- Los componentes de un sistema no son independientes en la medida que se determinan mutuamente. Su selección, así como la de los límites, deben ser tales que impliquen que el sistema posea cierta forma o *estructura*.

- Los elementos de un sistema suelen ser unidades también complejas (subsistemas) que interactúan entre sí.
- Como *la estructura está determinada por el conjunto de relaciones*, el sistema debe incluir aquellos elementos entre los cuales se han podido detectar (desde el marco epistemológico y luego se verá en los datos) las relaciones más significativas. Así, *la estructura del sistema está dada por el conjunto de relaciones entre los elementos y no por los elementos en sí mismos*. Como ningún estudio puede abarcar la totalidad de las interrelaciones, hay necesidad de adoptar criterios de selección.
- Para determinar los subsistemas es necesario definir las escalas espaciales y temporales. No deben mezclarse datos observacionales que pertenecen a distintas escalas de análisis, esto puede no agregar información, sino crear confusión (como por ejemplo, relacionar la inundación de un arroyo con el fenómeno de la corriente de El Niño).

En el estudio de la dinámica de un sistema es necesario analizar *su historia*. Ello depende de la naturaleza del sistema y de la pregunta conductora. Si se desea predecir el comportamiento del sistema también hay que establecer o fijar el período correspondiente a la prospección. La escala de predicción puede no coincidir con la escala de análisis, ya que depende de la predictibilidad o impredecibilidad del sistema en cuestión.

La estructura

Es el conjunto de relaciones entre los elementos. Y son las propiedades de esta estructura lo que determina que un sistema sea más o menos estable. Ello significa su respuesta a ciertas perturbaciones. Estas perturbaciones pueden venir desde afuera del sistema (exógenas) o desde adentro (endógenas).

Estos tipos de estudios están orientados por un esquema conceptual y metodológico que concede particular importancia a las interacciones entre fenómenos que pertenecen a dominios diferentes (por ejemplo: el biofisi-coquímico, el socioeconómico, el referido a las actividades productivas, a la dimensión institucional, etcétera).

2.4. La sustentabilidad en sistemas complejos

Para abordar la sustentabilidad de un objeto de estudio tan complejo como lo es una ciudad, considerando el enfoque explicado anteriormente, una forma es a través del planteo de modelos sistémicos que sean una abstracción de la realidad, posible de ser manejada y comprendida. Dado que la realidad no puede ser conocida en toda su complejidad, dichos modelos son una abstracción con elementos reales y accesibles a la verificación empírica (Jørgensen y otros, 1992).

Las ciudades son sistemas organizados compuestos de muchos elementos biofísicos y socioeconómicos que interactúan (Alberti y Susskind, 1996), por lo que para estudiar a las ciudades tomando en consideración los enfoques ecosistémico y paisajístico y sus propiedades de autoorganización, conectancia, etc., es necesario plantear tanto una base conceptual diferente como una metodología de análisis que se base especialmente en el estudio de las interrelaciones entre el lo físico, lo social y lo económico. Si se trabaja con un sistema profundamente afectado por cambios externos (el medio externo y las situaciones de contorno mencionadas) y continuamente confrontado por lo inesperado, la constancia de su comportamiento es menos importante que la persistencia de las interrelaciones (la resiliencia). Esto puede hacerse desde una posición de **considerar los sistemas urbanos a estudiar como Sistemas Socio-Ecológicos Complejos (SSEC)**. Se trata de pasar de pensar desde una aproximación reduccionista, disciplinaria, no sistémica y mecanicista a una aproximación **holística, interdisciplinaria, sistémica y no lineal**.

En este marco se puede estudiar tanto la sustentabilidad de los componentes del sistema como la sustentabilidad de las relaciones entre los componentes, o como lo expresaran Clayton y Radcliffe (1996), *la sustentabilidad puede solamente ser definida al nivel de las interacciones entre los sistemas humanos y los ambientales*.

El concepto de sustentabilidad ha sido aplicado dentro de la teoría de sistemas de distintas formas:

- Analizando cómo los sistemas mantienen sus propiedades mientras al mismo tiempo varía su organización interna.
- Desde el punto de vista de la energía, estudiando la relación entre la energía solar recibida en los sistemas humanos y cómo influye en el aumento de su entropía.

- Cómo el aumento de la sustentabilidad de un sistema está relacionado con una menor pérdida de exergía del mismo sistema.

Sin embargo, aunque estos puntos de vista puede parecer más sistémicos que los comentados anteriormente, siguen teniendo sus limitaciones:

1. La consideración de la sustentabilidad en forma aislada para diferentes “escenarios”, por ejemplo, para una ciudad o un ecosistema natural.
2. La dificultad de pensar la sustentabilidad en términos de espacios geográficos, redes y ciclos.
3. Cómo incorporar la sustentabilidad en la teoría económica, especialmente en la Economía Ecológica.

El enfoque que se presenta aquí es radicalmente diferente al estudiar la sustentabilidad como una propiedad emergente que se transmite en forma metabólica (Crojethovich Martin y Rescia Perazzo, 2006).

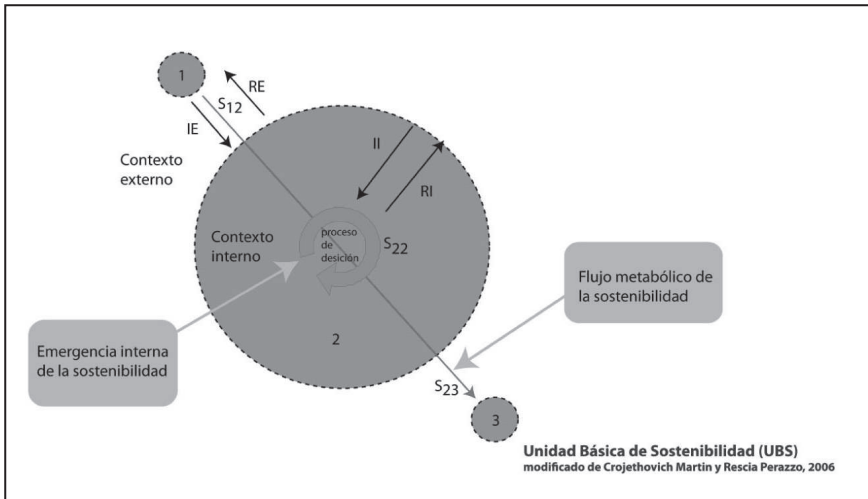
Los supuestos básicos del modelo que se presenta aquí, y que serán tratados en sucesivos capítulos de este libro, son los siguientes:

- I. La sustentabilidad es una propiedad emergente de sistemas complejos.
- II. La sustentabilidad se transmite a través de redes y cadenas. Aumenta o disminuye en cada paso y se acumula.
- III. La sustentabilidad es una propiedad que se da en estructuras que pueden tener diferentes niveles de organización, una estructura jerárquica.

Para comenzar, se define la Unidad Básica de Sustentabilidad (UBS) (ver **Figura 2.2**) como un elemento en un sistema complejo donde se producen tres funciones:

- La “creación” o emergencia de la sustentabilidad, basada en un proceso de decisión que incluye una serie de objetivos y estrategias.
- Su acumulación en la UBS.
- La transferencia de la sustentabilidad a otras UBS.

Figura 2.2. La Unidad Básica de Sustentabilidad sistémica (UBS) en un ejemplo con tres unidades



Nota: la unidad 2 se relaciona a través de flujo de sustentabilidad (S_{12} y S_{23}) con los elementos 1 y 3. RI y RE son fuerzas restrictivas internas y externas que establecen las condiciones limitantes y fuerzas impulsoras (IE , II) hacia la sustentabilidad. La creación de la sustentabilidad en cada UBS (S_{22}) es el resultado de un proceso de decisión interno

Fuente: Elaboración propia, basada en Crojethovich Martin y Rescia Perazzo, 2006.

Dichas funciones existen porque en cada UBS la sustentabilidad puede dividirse en dos componentes (dependientes de la organización jerárquica de los sistemas de UBS). El componente interno en cada UBS, la **Intrasustentabilidad**, depende de la naturaleza particular de la UBS y de sus objetivos particulares. Metabólicamente, es el componente por el cual la UBS se relaciona con el resto del universo, a través de diversas vías, pudiéndose darse el caso de que algunos de los objetivos de una unidad no sean compatibles con los objetivos de otras unidades.

En un nivel jerárquico superior, la sustentabilidad es la resultante de un sistema formado por asociaciones entre UBS (y lo llamamos el componente **Intersustentabilidad**). Mientras que en este nivel se mantienen las diferencias internas de cada unidad, sus comunicaciones al exterior tienen un valor agregado superior. De igual manera, el sistema formado es sostenible a un nivel superior. La sustentabilidad de cada unidad es promediada por el

comportamiento del resto, de modo que el sistema está sujeto a retroalimentaciones positivas que pueden hacer que el promedio sea mayor o menor que algunas de las unidades.

Box 1. La Unidad Básica de Sustentabilidad (UBS)

La sustentabilidad como propiedad emergente de sistemas complejos solo puede estudiarse en un conjunto de UBS. Para una dada UBS esa emergencia se traduce en relaciones con otras UBS donde se transfiere (metabolismo, acumulación), a un determinado nivel en una estructura jerárquica. Es la posibilidad de la transferencia entre UBS la que determina la emergencia en un sistema.

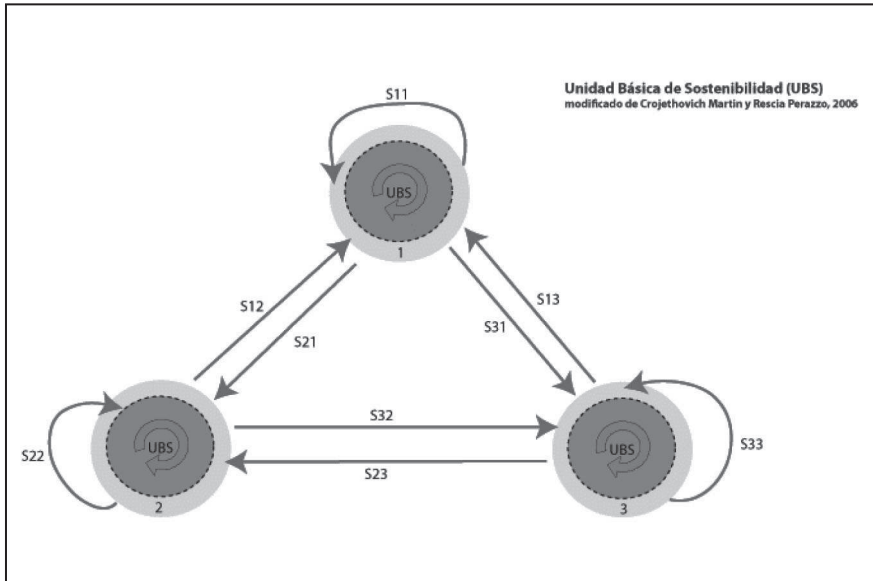
Pero también se da en una UBS aislada (que es un nivel de organización, puesto que la UBS a su vez está compuesta de elementos que se encuentran a un nivel de organización más bajo): la intrasustentabilidad.

En este sentido, la UBS no necesariamente representa una unidad como se conoce en el mundo físico: una empresa, o una ciudad, sino que es un concepto móvil, a semejanza de una ventana de análisis que se abre en una jerarquía de niveles. Una analogía que puede servir para entender esto sería considerar a una UBS como una célula (estudiando qué es lo que ocurre en su interior más lo que ocurre en las otras células que forman un órgano), pero si corremos la ventana, la UBS puede ser un órgano (que es lo que ocurre en su interior más lo que ocurre en el conjunto de órganos que forman un ser vivo), tal como se explicara con los niveles de organización de Odum (ver **Figura 2.1**).

Las UBS que forman un sistema pueden ser de igual naturaleza (redes de ciudades) o de distinta (un ciclo productivo, con ecosistemas y empresas, redes tróficas multidimensionales).

En la **Figura 2.3** se representan las tres propiedades de la sustentabilidad sistémica como la hemos definido: su emergencia, acumulación y transferencia, en sus componentes intra e inter. Hay dos niveles jerárquicos: las unidades 1, 2 y 3 en forma independiente y el conjunto de las tres.

Figura 2.3. Las Unidades Básicas de Sustentabilidad (UBS)



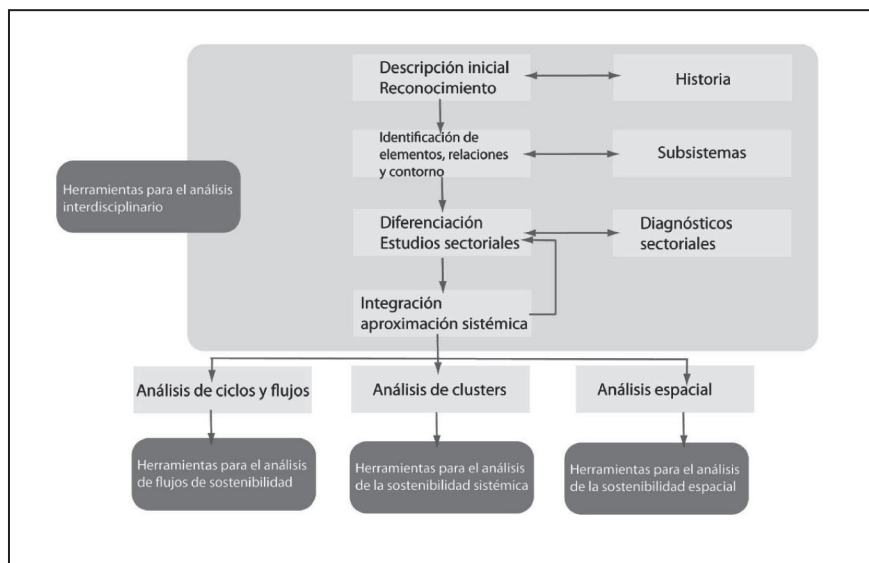
Nota: las UBS 1,2 y 3 se encuentran entrelazadas por flujos de de intrasustentabilidad (S_{11} , S_{22} y S_{33}) e intersustentabilidad (S_{nm} con n y m entre 1 y 3).

Fuente: Elaboración propia.

Para aplicar la teoría a un caso concreto se puede usar la siguiente metodología que puede dividirse en dos etapas y que se resume en la **Figura 2.4**:

- La modelización de un sistema complejo basado en una organización estructurada de UBS en el marco de un análisis interdisciplinario, utilizando un conjunto de herramientas, que varían con cada caso en concreto.
- El análisis particularizado de la sustentabilidad en flujos o cadenas (por ejemplo, ciclos de vida de productos), espacios (por ejemplo, ciudades y territorios) o de *clusters* (por ejemplo, asociaciones de empresas).

Figura 2.4. Diagrama de la metodología que permite el análisis de la sustentabilidad sistémica

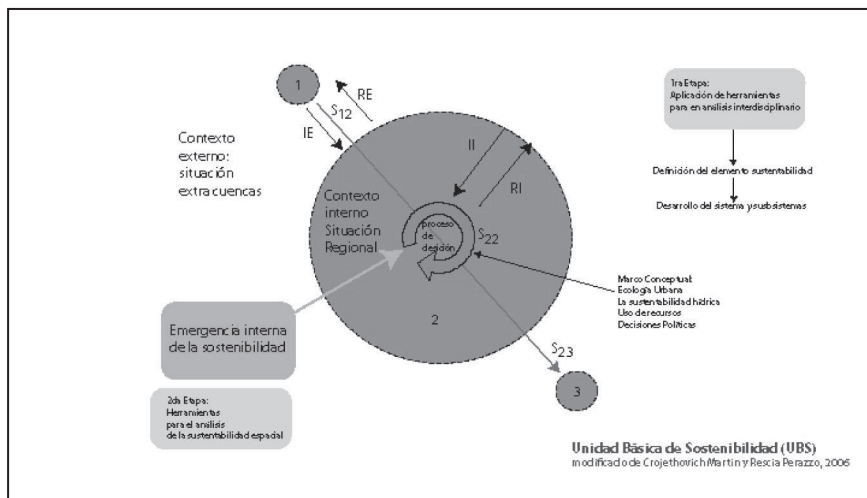


Fuente: Elaboración propia, basado en Crojethovich Martin y Rescia Perazzo, 2006.

Desarrollaremos a continuación un ejemplo de esta metodología aplicado al análisis de una cuenca hidrográfica urbana como un sistema complejo y analizaremos brevemente la primer propiedad:

La sustentabilidad es una propiedad emergente de sistemas complejos

Para definir la Unidad Básica de Sustentabilidad hídrica (ver **Figura 2.5**) a continuación se analiza el concepto de sustentabilidad hídrica dentro del marco teórico de la ecología urbana, posteriormente se definen los límites del sistema a estudiar, y se identifican los indicadores que pueden utilizarse en este caso específico.

Figura 2.5. El elemento de sustentabilidad en una cuenca hidrográfica

Fuente: Elaboración propia, basada en Crojethovich Martín y Rescia Perazzo, 2006.

El área de estudio del ejemplo es la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), en la República Argentina. Al año 2001 tenía 12.859.895 habitantes en una superficie de 8.114 km². La RMBA se encuentra limitada físicamente al norte por el Delta del Río de la Plata, al este principalmente por el Río de la Plata, y al oeste y sur por tierras agrícolas y ganaderas de la Provincia de Buenos Aires.

Estas áreas corresponden a sistemas naturales con diversos grados de antropización que interaccionan de diversas formas con la RMBA, proveyéndola de aire, alimentos, energía y recepcionando productos, incluidos los residuos domiciliarios e industriales.

Los ríos de las Cuencas de la Región Metropolitana de Buenos Aires (CU-MEBA), se caracterizan por una topografía relativamente plana y uniforme, típica de cursos de llanura. De todas las que atraviesan a la RMBA, las tres más importantes son, de norte a sur, las de los ríos Luján, Reconquista y Matanza-Riachuelo, y en menor grado las que integran a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y las de la Zona Sur.⁹ En esta investigación consideraremos principalmente las tres primeras (ver **Cuadro 2.1**).

⁹ Cfr. Herrero, Ana Carolina y Leonardo Fernández (2008), *De los ríos no me río. Diagnóstico y reflexiones de las Cuencas Metropolitanas de Buenos Aires*, TEMAS, Buenos Aires.

Cuadro 2.1. Principales cuencas de la Región Metropolitana de Buenos Aires, Argentina

Cuenca	Superficie (km ²)
Río Luján	3.000
Río Reconquista	1.670
Río Matanza-Riachuelo	2.238

Fuente: Herrero, Ana Carolina y Leonardo Fernández, 2008.

El proceso de decisión

Las fuerzas que interaccionan con la UBS no bastan para explicar su comportamiento. En el interior de cada unidad existe una serie de factores de carácter histórico-cultural que filtran las fuerzas impulsoras y restrictivas del entorno externo e interno, o más precisamente, transforman dichas fuerzas positiva o negativamente. Ese conjunto de factores, que denominamos “proceso de decisión”, es de una naturaleza multidimensional, porque intervienen factores locales, económicos, políticos, científicos, entre otros. Nosotros identificamos dos en este trabajo: el marco conceptual de la Ecología Urbana y la sustentabilidad hídrica.

La Ecología Urbana tiene entre sus objetivos el análisis de la estructura de las ciudades, de sus flujos de materia y energía¹⁰ las interrelaciones de la ciudad con su entorno y de su sustentabilidad,¹¹ incluyendo el análisis entrópico de los sistemas urbanos.¹² Sus conceptos fundamentales son los siguientes:

- a. **El ambiente urbano**, definido como una forma particular de ocupación del espacio por una población, es decir, la aglomeración resultante de una fuerte concentración y de una densidad relativamente elevada, que tendría, como correlato previsible, una diferenciación funcional y social cada vez mayor. Incluye tanto al ambiente natural de la ciudad, esto es, los elementos físicos de la naturaleza (relieve, clima, agua, aire,

¹⁰ Di Pace, María y Alejandro Crojethovich Martin (2004), *Capítulo: Ambiente en Ecología de la Ciudad*, Editorial Prometeo-UNGS, Buenos Aires.

¹¹ Cfr. Di Pace, María (2004), pp. 25-34.

¹² Cfr. Bettini, Virginio (1998), *Elementos de ecología urbana*, Trotta, Madrid, pp. 55-76.

suelo, etc.), como al ambiente construido, formado por las estructuras del espacio que son resultantes de la dinámica social sobre el territorio urbano (casas, comercios, rutas, vías férreas, aeropuertos, etc.), y por último, a la sociedad que habita en ese conglomerado (con sus características distintivas como: nivel de ingreso, acceso a educación, acceso a los servicios de salud, impacto de la contaminación sobre la salud, etc.). Es especialmente importante considerar al ambiente urbano como la resultante de diversos procesos de interacción entre tales instancias: la natural, la construida y la social.¹³

- b. La ciudad funcionando como un ecosistema**, análogamente a como lo hacen los ecosistemas naturales, intercambiando materia y energía, enlazada por cadenas tróficas que definen el metabolismo urbano, en este caso donde una salida importante son los residuos.¹⁴
- c. La ciudad analizada como un sistema complejo**, sobre la que hablaremos más adelante.

La sustentabilidad hídrica

El concepto de sustentabilidad no ha sido claramente definido con respecto a los recursos hídricos como a otros recursos.¹⁵ Cuestiones como ¿Qué es lo que se debe sostener?, ¿por cuánto tiempo? ¿Cuáles son los beneficios? y ¿Quiénes son los beneficiarios? son centrales para tratar el uso sostenible de los recursos hídricos, que incluye planificar las necesidades humanas presentes y futuras, y las necesidades ecológicas, con el agua disponible, y determinar qué deseos pueden ser satisfechos dentro de los límites de los recursos.

Gleick y otros (1995) definen la sustentabilidad hídrica como *el uso del agua que sostiene la capacidad de la sociedad humana para mantenerse y crecer dentro de un futuro indefinido sin comprometer la integridad del ciclo hidrológico o los sistemas ecológicos que dependen de él.*

¹³ Cfr. Di Pace, María y otros, 2004, pp. 35-66.

¹⁴ Cfr. Di Pace, María y Alejandro Crojethovich (1999), *La sustentabilidad ecológica en la gestión de residuos sólidos urbanos. Indicadores para la Región Metropolitana de Buenos Aires*, Colección Investigación, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, San Miguel.

¹⁵ Gleick, Peter (1998), *Water in crisis: paths to sustainable water use*, Ecological Applications 8 (3), USA, pp. 571-579.

Podemos hacer una primera aproximación al uso sostenible de los recursos hídricos expresando que para que se dé ese uso es necesario un *abastecimiento de agua en calidad y cantidad adecuadas para satisfacer las necesidades básicas de las generaciones presentes y futuras*.

El estado de los recursos hídricos puede ser un emergente privilegiado de la situación ambiental y social en una región.¹⁶ De acuerdo con Douglas (1983) *el sistema hídrico urbano es un buen ejemplo de la aplicación de la ecología sistémica a la ciudad*. La cuenca es la unidad territorial en la que ocurren los procesos e interacciones socio- ecológicas de interés y pueden ser más determinantes para el estado de los recursos hídricos. Según Fernández Cirelli (1998):

Las cuencas hidrográficas en las que el recurso hídrico es el elemento unificador, son el factor geográfico de integración y desarrollo. El conocimiento, tanto cuantitativo como cualitativo, del recurso agua se constituye en este contexto, en un elemento fundamental para la planificación regional que, vinculando el hombre y su entorno, permite integrar límites político-administrativos y recursos económicos y sociales que se encuentran interrelacionados entre sí.

Al trabajar con las cuencas se reduce la arbitrariedad en la definición de los límites, considerando que un punto de la superficie dentro del sistema se encuentra en una, y solo una, cuenca.

Para concluir, el proceso de decisión interno para la emergencia de la sustentabilidad en el sistema “cuencas hidrográficas de la RMBA” se basa en la respuesta del sistema a la siguiente pregunta: ¿Compromete y en qué forma la gestión de los recursos hídricos a la sustentabilidad de la Región?

Las condiciones del contexto externo

Dos reflexiones. Primero, que los ciclos naturales que se pueden incluir, como ambiente físico, el clima, el ciclo del agua, el aire, etc. son de una naturaleza (y una complejidad) que dificulta precisar qué zonas remotas tienen algún tipo de interacción con la región analizada.

Llevado a un extremo, probablemente áreas muy lejanas participen de alguna forma en determinar las condiciones ambientales de la Región. Un

¹⁶ Hunsaker y Levine (1995), *Hierarchical approaches to the study of water quality in rivers*, BioScience 45 (3), USA, pp.193-203; Wear, Turner y Naiman (1998), *Land cover along an urban-rural gradient: implications for water quality*, Ecological Applications 8 (3), USA, pp. 619-630.

caso concreto es que la disponibilidad de agua del Río de la Plata, y su calidad depende de procesos que ocurren en el sector alto de la de Cuenca del Plata de más de 3,5 millones de km². Por ejemplo, las actividades mineras en la cuenca alta del Río Bermejo en la frontera entre Argentina y Bolivia determinan la presencia de metales pesados en el lecho del Delta del Río de la Plata, a miles de kilómetros de su origen.

Segundo, los sistemas de mercado internacional determinan que exista un transporte de materias primas y productos elaborados de regiones distantes, por ejemplo, maderas de Asia y verduras de Europa, a la Región. A una escala menor, los minerales que son usados en la RMBA se extraen de áreas distantes de la Argentina y el Mercosur. Lo mismo podríamos decir de las políticas y modelos económicos que influyen sobre la Región. Con esto queremos dejar en claro que es necesario acotar lo “exterior pero interactuante” del sistema en estudio.

Hemos identificado el contexto externo organizado en una serie de niveles. El primer nivel, local, incluye:

- Usos del suelo en la cuenca.
- Sistema político municipal y regional.
- Estado y dinámica del Río de la Plata y de su Delta.
- Procesos y políticas de urbanización.
- Políticas públicas y privadas de agua a nivel municipal y regional. Privatizaciones.
- Políticas industriales.

El segundo nivel, macrorregional, incluye:

- Cambios en los usos del suelo a nivel de macrorregión fuera de las cuencas.
- Sistema político provincial y nacional.
- Política nacional de uso del agua.
- Política provincial y nacional de vivienda.
- Política de industrialización en la región.

Es posible definir un tercer nivel, que puede incluir los modelos de desarrollo, comercio con el Mercosur e internacional, dinámica y usos del suelo en la Cuenca del Plata. Tanto las relaciones internas entre los niveles como las condiciones de contexto o condiciones en los límites se pueden especificar en forma de flujos (de materia, de energía, de créditos, de información, etcétera).

El contexto interno

Es aquel en el que se dan los procesos que determinan la intrasustentabilidad. Su análisis sistemático se realiza considerando subsistemas entre los cuales ha sido posible detectar las relaciones más significativas. Siendo que los procesos que intervienen son de carácter socioeconómico-ecológico, resulta adecuado delimitar los subsistemas en función de esa dualidad.

Existe una retroalimentación entre la organización de los subsistemas y la estructura del sistema. Los subsistemas influyen sobre los procesos, y estos, a su vez, pueden condicionar a los subsistemas. Consideraremos tres subsistemas como fundamentales en los procesos que intervienen a nivel de las cuencas hídricas de la Región: humano, productivo y natural. Una configuración similar ha sido utilizada por diferentes autores para aplicar los conceptos de desarrollo sostenible¹⁷ y analizar las relaciones entre sociedad y naturaleza, por lo que su utilización permite a los recursos hídricos y su problemática ser ejemplo de estudio en ese sentido.

El subsistema humano incluye la estructura socio-poblacional en la Región; es decir, las condiciones sociales y económicas, como cantidad de población y su crecimiento, ingreso, población con necesidades básicas insatisfechas, etc. También, las partes del sistema hídrico construidas por el hombre como el sistema de captación de agua (redes de servicios, pozos) y el sistema de saneamiento (desagües cloacales, pozos ciegos).

El subsistema productivo incluye básicamente la estructura industrial desde los puntos de vista de presencia y tipo de establecimientos industriales, demanda de agua y sistemas de desagües de residuos industriales, tipo de residuos emitidos en los procesos industriales y su destino.

El sistema natural incluye las características físicas y naturales de los cursos hídricos en la región, biota acuática, etc. En conjunto es lo que podemos denominar la hidrosfera urbana, más algunos elementos de la atmósfera, biosfera y litosfera.

¹⁷ Allen, Adriana (1996), *Introducción teórica al Desarrollo Urbano Sustentable*, Módulo de la Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano (GADU), Centro de Investigaciones Ambientales/UNMdP, Mar del Plata; Muschett, Douglas (1997), *Principles of Sustainable Development*, DSt Lucie Press, Florida.

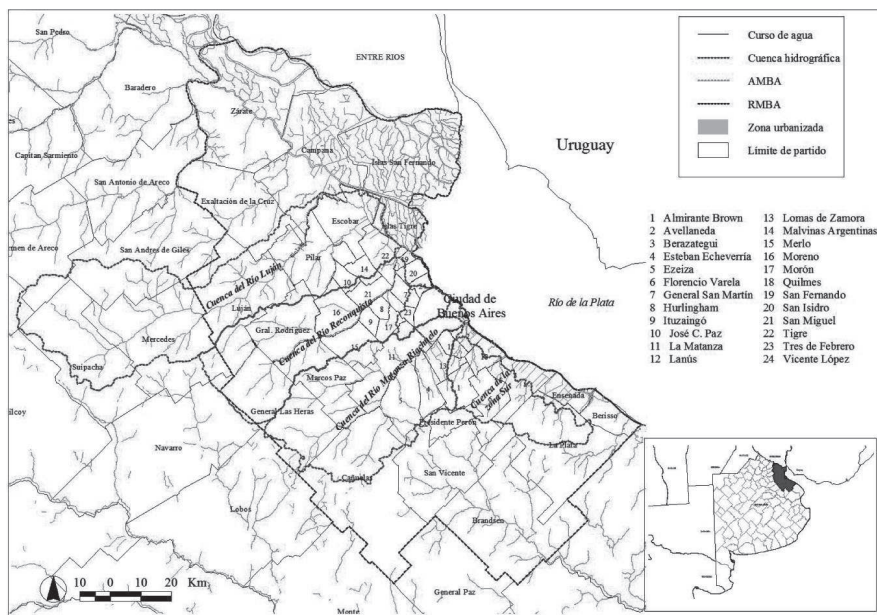
La unidad de sustentabilidad

El estudio de un sistema complejo lleva a identificar sus componentes: los elementos, los límites, y sus interrelaciones, tanto internas como externas. De acuerdo con García (1986), al elegirse los límites de un sistema complejo se plantean dos problemas estrechamente relacionados:

1. la definición de los límites en forma tal que reduzca al mínimo posible la arbitrariedad en la partición que se adopte.
2. la forma de tomar en cuenta las interacciones del sistema, así definido, con el “medio externo” o, dicho de otra manera, la influencia de lo que queda “afuera” sobre lo que queda “adentro” del sistema, y recíprocamente.

Estas definiciones son equivalentes a los contextos interno y externo. Por lo expresado anteriormente, se ha elegido como unidad de sustentabilidad territorial y límite a la cuenca hidrográfica, en particular, a las tres de la Región (ver **Figura 2.6**).

Figura 2.6. Cuencas de la Región Metropolitana de Buenos Aires (CUMIBA)



Fuente: Herrero y Fernández, 2008.

Estructura de la UBS

Como se comentara anteriormente, la estructura está determinada por el conjunto de relaciones y no por los subsistemas. Estas relaciones pueden ser de distintos tipos: flujos físicos de materia y energía, relaciones sociales, procesos de desarrollo urbano y productivo, etc. Cada uno de los tipos de relaciones involucra una metodología para su evaluación e indicadores. En nuestra UBS hemos identificado las siguientes relaciones:

- Extracción de agua domiciliaria e industrial, de fuentes superficiales y subterráneas.
- Descarga de efluentes domiciliarios e industriales a cursos de agua superficial (Río de la Plata y aguas continentales) y a acuíferos.
- Flujo de agua entre fuentes: infiltración de agua desde la superficie hacia las napas, escurrimiento superficial y subterráneo hacia cursos continentales y Río de la Plata.
- Trasvase superficial de cuencas.
- La vulnerabilidad y habitabilidad como relación entre el estado de los subsistemas humano y natural.
- La competitividad del subsistema productivo y su relación con el subsistema natural.
- La sustentabilidad ecológica del subsistema natural y su relación con los productivos y humanos.

2.5. Algunas particularidades de la ciudad como *ecosistema*

El concepto de *ecosistema*, originado en la Ecología, focaliza las múltiples interacciones entre los componentes bióticos y abióticos que se producen en un área determinada, a través de una serie de procesos (como la descomposición de la materia orgánica, la absorción de nutrientes, la competencia entre organismos, la predación entre especies, la sucesión morfogenética, etcétera).

Estas interacciones resultan en una organización reconocible del sistema y se pueden expresar a través de flujos de energía, ciclos de acumulación, transferencia y transporte de sustancias químicas, tipo de tramas tróficas, combinaciones definibles de estructuras biológicas y físicas, trayectorias de los cambios que sufrió el ecosistema en el tiempo, la sucesión morfológica y de funcionamiento, etcétera.

Esto es bien reconocible en los llamados sistemas naturales (o prístinos, no modificados por el hombre), en los sistemas antropizados, en los sistemas rurales y también en los urbanos. Procesos como los de inundación, contaminación, sedimentación, erosión, entre otros, son característicos de las aglomeraciones urbanas y resulta interesante analizar los procesos ecológicos que se dan en la ciudad como consecuencia de la modificación del ciclo de la materia, del ciclo hidrológico y de los ciclos biogeoquímicos.¹⁸

La idea de ecosistema ha sido quizás el concepto ecológico más generalmente difundido y exportado, particularmente a las ciencias humanas, y su difusión y su aceptación, aunque no general, es actualmente de naturaleza paradigmática.¹⁹

Eugene Odum define a un sistema ecológico o ecosistema como cualquier unidad que incluya los organismos vivos en un área determinada, interactuando con el ambiente físico, así como los flujos de energía dirigidos a soportar una determinada estructura trófica, diversidad biótica y ciclos de la materia (intercambio de materia entre las partes vivientes y no vivientes) dentro del sistema.

¿Podemos entonces considerar a la ciudad como un ecosistema? El concepto circunscribe niveles, unidades, donde se cumplen determinadas condiciones.

La ciudad tiene una estructura distintiva y límites; en ella existen componentes vivos y no vivos interactuando, y se dan una serie de procesos ecosistémicos como la participación en los ciclos biogeoquímicos, la existencia de flujos de energía, así como el intercambio de materiales entre sus componentes, lo que constituye el ciclo de la materia.

Se debe dejar sentado que existen posiciones críticas al considerar hipotéticamente el tema de los asentamientos humanos como un caso particular de las teorías ecosistémicas generales, surgidas a partir de ecólogos generalistas como Ramón Margalef y Eugene Odum.

Sin embargo, el concepto de ecosistema aplicado a la ciudad, considerando un conjunto de teorías, teorizaciones o paradigmas provenientes del corpus teórico de la Ecología, permite acceder a un enfoque globalizador, que puede ayudar a pensar la estructura de una ciudad, y fundamentalmente su funcionamiento, a través de los procesos donde están involucrados distintos aspectos relacionados con los flujos de la materia y la energía.

Dicho enfoque es lícito desde el punto de vista conceptual. El concepto de ecosistema permite entender procesos urbanos como las inundaciones, los

¹⁸ En el capítulo 3 se desarrollan las particularidades y modificaciones de los ciclos biofísicoquímicos en los sistemas urbanos.

¹⁹ Cfr. Kuhn, Thomas (1996), *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires, pp. 165-166.

distintos tipos de contaminación, la erosión del relieve y de los suelos, etc., con un criterio holístico.

Como se vio anteriormente, otra forma de abordaje es el considerar a la ciudad como un sistema complejo, concepto que se basa en la escuela epistemológica constructivista de Jean Piaget, en la forma en que el concepto es desarrollado por Rolando García (1994), es decir, un sistema que funciona como una totalidad organizada en la cual están involucrados el medio físico-biológico, la producción, la tecnología, la organización social y la economía.²⁰

Ambos abordajes no son excluyentes.²¹ El estudio de cualquier situación compleja (por sus características de interdefinibilidad y mutua dependencia entre las variables a analizar), como lo es la estructura y funcionamiento de un ecosistema, en este caso, de una ciudad, necesita de la formulación de modelos conceptuales (siempre simplificaciones de la realidad), en los cuales nos basamos para analizarla, comprenderla y formular predicciones de su desarrollo a futuro. Es evidente que hay múltiples formas de abordar estos sistemas, dependiendo de los objetivos que se persigan al enfocar una cuestión u objeto. Como lo especifica Rolando García (*op. cit.*), el punto de partida está dado por el marco epistémico que establece el tipo de pregunta o conjunto coherente de preguntas que especificarán la orientación de la investigación. Por ejemplo, si la pregunta es ¿Cómo se da y qué nivel de magnitud alcanza el flujo de energía o de materia en un determinado asentamiento humano?, la aplicación del concepto de ecosistema es funcional. Si la pregunta es ¿Cómo impacta el fenómeno de globalización económica en el uso y manejo de los recursos naturales de la RMBA?, la aplicación de la metodología de sistemas complejos resulta adecuada. Ambos enfoques no son excluyentes sino complementarios.

Ahora bien, para tratar a la ciudad como un ecosistema se deben tener en cuenta algunas consideraciones: es necesario partir de una premisa subyacente que es básica, es decir, que el ecosistema en cuestión es un sistema humano, ya que el principal elemento constitutivo y constructor de la ciudad es el ser humano, con todo lo que implica: sus relaciones sociales, sus actividades, su cultura. Un sistema que tiene como componentes los recursos naturales y contruidos, la población que allí vive y desarrolla sus actividades, y el intercambio de productos que recibe y produce.

²⁰ Cfr. García, Rolando (1994), *supra* nota 8.

²¹ Rolando García y Roberto Fernández, entre ellos.

Bibliografía del Capítulo 2

- ALBERTI, M. y L. SUSSKIND (1996), *Managing urban sustainability: an introduction to the special issue*, Environ Impact Assess Rev 16, USA, pp. 213-221.
- ALLEN, A. (1996), *Introducción teórica al Desarrollo Urbano Sustentable*, Módulo de la Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano (GADU), Centro de Investigaciones Ambientales/UNMdP, Mar del Plata.
- BALOCCO, C. y G. GRAZZINI (2000), *Thermodynamic parameters for energy sustainability of urban areas*, Solar Energy (2000), *Thermodynamic parameters for energy sustainability of urban areas*, Solar Energy 69(4), USA, pp. 351-356.
- BETTINI, V. (1998), *Elementos de ecología urbana*, Trotta, Madrid.
- CLAYTON, A. y N. RADCLIFFE (1996), *Sustainability: A system approach*, Earthscan, London.
- CROJETHOVICH MARTIN, A. y A. RESCIA PERAZZO (2006), “Organización y Sostenibilidad en un Sistema Urbano Socio-ecológico y Complejo”, en *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, Cátedra Unesco de Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Cataluña, 1, pp. 103-121.
- DARWIN, C. (1971), *Teoría de la Evolución*, Península, Buenos Aires.
- DI PACE, M. y A. CROJETHOVICH MARTIN (1999), *La sustentabilidad ecológica en la gestión de residuos sólidos urbanos. Indicadores para la Región Metropolitana de Buenos Aires*, Colección Investigación, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, San Miguel, 80 páginas.
- DI PACE, M., A. CROJETHOVICH MARTIN y A. C. HERRERO (2004), *Capítulo: Ambiente en Ecología de la Ciudad*, Prometeo-UNGS, Buenos Aires.
- DI PACE, M. y A. CROJETHOVICH MARTIN (2004), *La sostenibilità nella gestione dei residui solidi urbani. Indicatori per la Regione Metropolitana di Buenos Aires*, en Bettini, V., *Ecología Urbana L'uomo e la città*, UTET, Torino.

- DOUGLAS, I. (1983), *The urban environment*, Arnold, Londres.
- LEFF, E. (2002), *Globalización, Racionalidad Ambiental y Desarrollo Sustentable*, ponencia electrónica, en <www.union.org.mx/guia/poblacionyambiente/globalizacion.htm>
- FERNANDEZ CIRELLI, A. (compil.) (1998), *Agua, Problemática Regional. Enfoques y perspectivas en el aprovechamiento de recursos hídricos*, EU-DEBA, Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ, R. (1994), *Problemáticas ambientales y procesos sociales de producción del hábitat: territorio, sistemas de asentamientos, ciudades*, en Leff, E. (compil.), *Ciencias sociales y formación ambiental*, Editorial Gedisa, Barcelona.
- FRANGI, J. L. (1993), *Ecología y Ambiente*, en Goin, F. y R. Goñi, *Elementos de Política Ambiental*, Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, La Plata.
- FUJITA, M., P. KRUGMAN y T. MORI (1999), “On the evolution of hierarchical urban systems”, *European Economic Review*, 43, pp. 209-251.
- GALLOPÍN, G. (1981), *The abstract concept of environment*, Int. J. General Systems.
- GARCÍA, R. (1994), “Interdisciplinariedad y sistemas complejos”, en Leff, E. (compil.), *Ciencias Sociales y formación ambiental*, Gedisa, Barcelona.
- _____ (1986), “Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos”, en Leff, E. (coord.), *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Siglo XXI, México.
- GLEICK, P., P. LOH, S. GOMEZ y J. MORRISON (1995), *California water 2020: a sustainable vision*, Pacific Institute Report, Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland, California.
- GLEICK, P. (1998), *Water in crisis: paths to sustainable water use*, *Ecological Applications* 8 (3), pp. 571-579.
- HERRERO, A. C. y L. FERNÁNDEZ (2008), *De los ríos no me río. Diagnóstico y reflexiones de las Cuencas Metropolitanas de Buenos Aires*, TEMAS, Buenos Aires.
- HOLLING, C. S. (1992), *Cross-scale morphology, geometry, and dynamics of ecosystems*. *Ecological Monographs* 62 (4), pp. 447-502.

- HUNSAKER, C.T. y D.A. LEVINE (1995), *Hierarchical approaches to the study of water quality in rivers*, BioScience 45 (3), pp.193-203.
- JØRGENSEN, S. C. PATTEN, y M. STRAŠKRABA (1992), *Ecosystems emerging: toward an ecology of complex systems in a complex future*, Ecological Modelling nº 62.
- KUHN, T. (1996), *La estructura de la revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.
- MARGALEF, R. (1980), *La biosfera entre la termodinámica y el juego*, Ediciones Omega, Barcelona.
- MUSCHETT, D. (ed.) (1997), *Principles of Sustainable Development*, DSt Lucie Press, Florida.
- ODUM, E. (1971), *Fundamentals of ecology*, W. B. Saunders, Philadelphia.
- _____ (1993), *Ecología: el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales*, Continental, San Juan Tliluaca.
- _____ (1993), *Ecology and our endangered life-support systems*, Sinauer Associates Inc., Massachusetts.
- SUGANTHI, L. y A. SAMUEL (2000), *Exergy based supply side energy management for sustainable energy development*, Renewable Energy, 19, pp. 285-290.
- WARREN, C. A., M. ALLEN y J. W. HAEFNER (1979), “Conceptual frameworks and the philosophical foundations of general living systems theory”, en *Behav Sci*, sep. 24(5), pp. 296-310.
- WEAR, D. N., M. G TURNER y R. J. NAIMAN (1998), *Land cover along an urban-rural gradient: implications for water quality*, Ecological Applications 8(3), pp. 619-630.

Capítulo 3

Ciclos Naturales

Griselda Alsina

A Lucía y Andrés

La humanidad ha cambiado las condiciones de vida con tal rapidez que no llega a adaptarse a las nuevas condiciones. Su acción va más rápido que su captación de la realidad y el hombre no ha llegado a comprender que los recursos vitales para él y sus descendientes derivan de la naturaleza y no de su poder mental... se pretende reemplazar con productos químicos el ciclo biológico del suelo, uno de los más complejos de la naturaleza.

Juan D. Perón, *Mensaje Ambiental a los pueblos y gobiernos del mundo*, 1972

Introducción

En este capítulo vamos a mirar la naturaleza de lo que nos rodea para entender los efectos que se generan a partir de las actividades de producción, el desarrollo de la sociedad y la organización urbana.

El ambiente físico en el que se producen los fenómenos naturales relacionados con la vida, se extiende unos diez kilómetros por arriba de la superficie de la Tierra, llega a pocos metros bajo el suelo, y alcanza las profundidades del mar, también en una decena de kilómetros. Esta es la ecosfera, nuestro ambiente, donde todo se encuentra en estado de cambio y movimiento constante.

Las manifestaciones de esta dinámica son los vientos y las lluvias, los ríos que corren al mar, las mareas y las corrientes oceánicas, los sismos, las erupciones volcánicas, nuestra actividad física, la de los animales y vegetales. Menos evidente, pero también incesante, es la actividad química que se manifiesta, por ejemplo, con nuestros pensamientos.

La fuente principal de energía para este movimiento viaja desde el sol y llega a nuestro sistema en forma de radiación electromagnética. Si no existiera esta fuente de flujo de energía constante, todo el movimiento se detendría rápidamente, la ecosfera se enfriaría y no sería posible la vida.

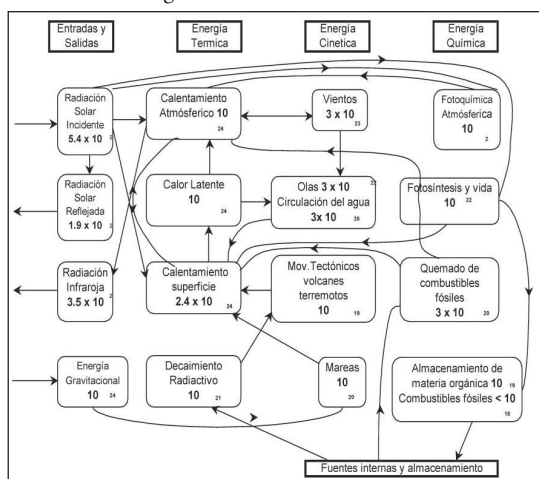
Además de la radiación solar incidente, existe una fuente de movimiento de origen más local, la energía gravitatoria de la Tierra. Es la fuerza de la gravedad la que hace correr el agua desde las montañas hasta el mar y mantiene un cierto orden en la configuración del sistema.

Para comprender el movimiento hay que considerar también las fuentes de energía del interior de la Tierra, aquellas que provienen de la desintegración de elementos radiactivos naturales, como el uranio y el torio, y que son las responsables de la dinámica de las placas tectónicas, los sismos, la actividad volcánica y la fuente de energía geotérmica.

A partir de la revolución industrial, motorizada a carbón y petróleo, se incorpora a la biosfera también la energía que se libera cuando se queman estos combustibles fósiles.

Figura 3.1. Flujos de energía en la Tierra.

El número de cada caja muestra el valor aproximado del flujo que se asocia a cada tipo de energía, expresado en joules por año. Un joule equivale a 0,2389 calorías y una caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado Celsius. Las flechas muestran las transformaciones entre diferentes formas de energía. Los números en su mayoría son estimaciones de órdenes de magnitud.



Fuente: P. A. Cox, 1995, basado en Smith, 1981.

En la **Figura 3.1**, las flechas señalan las transformaciones entre energía térmica, cinética o de movimiento, y energía química. Se observa que el valor del flujo de la radiación solar incidente es equivalente a la suma de las radiaciones salientes, esto es, la reflejada y la infrarroja. Toda la energía entrante, convertida principal y temporariamente en energía cinética o química, se transforma finalmente en energía térmica o calor, y es devuelta al espacio como radiación infrarroja. La temperatura de la ecosfera, que permite la forma de vida que conocemos, depende del balance entre estos flujos.

De la radiación total incidente parte se refleja en el espacio y se pierde. La radiación restante es absorbida por la atmósfera y la superficie terrestre. En su mayor parte se convierte en calor y una pequeña fracción de la energía solar incidente inicia la fotosíntesis. En las plantas terrestres y acuáticas la energía solar es transformada y almacenada como energía química, y dará comienzo a la existencia de todos los niveles tróficos del ecosistema de la biosfera.

La conversión de energía térmica en cinética (o de movimiento), se produce con la distribución desigual de temperatura sobre el sistema. Se absorbe más energía térmica en la superficie terrestre que en la atmósfera, y la radiación incidente es más intensa a la altura del Ecuador que en los polos. Esta distribución desigual determina gradientes de temperatura verticales y horizontales en la atmósfera: el aire caliente asciende, el aire frío desciende, generando los vientos.

Estos fenómenos, junto con los movimientos de rotación y translación terrestre, son los responsables de poner el escenario en acción creando los diferentes climas. La palabra “clima”, que remite a la inclinación del sol sobre el horizonte, es el conjunto de fenómenos meteorológicos, prevalecientes en una región, que ocurren en la atmósfera.

La circulación de los flujos energéticos fundamenta las transformaciones físicas y químicas involucradas en los ciclos de la materia en la Tierra, que constituyen el núcleo de este capítulo y de los que trataremos algunos en particular. Los compuestos químicos que pasan de la corteza terrestre a la atmósfera y los océanos, ya sea por procesos naturales o por contaminación resultante de actividades humanas, se transportan al igual que el calor, con distintas velocidades, y se distribuyen en el globo terráqueo según sus propiedades.

3.1. El agua y el ciclo hidrológico

Nuestras vidas, y las de todos los organismos vivientes, están dibujadas por el agua, que nos atraviesa en su constante circulación por la ecosfera.

La temperatura de nuestro planeta permite que el agua se encuentre en estado líquido, y la vida ha surgido y evolucionado basada en reacciones químicas que se producen en medio acuoso. El agua es el mejor solvente en existencia, y en su circulación cumple con lo que llamamos “el ciclo hidrológico global”: diluye, arrastra, transporta y distribuye los distintos elementos sobre la Tierra.

El agua interviene en el clima como uno de sus principales protagonistas y, por sus características térmicas, suaviza las variaciones atmosféricas de la temperatura entre el día y la noche, entre estaciones y las distintas regiones del globo.

El ciclo hidrológico es un sistema complejo formado por el movimiento del agua libre y circulante. Continuamente, la energía del sol está calentando agua y elevándola por evaporación en grandes masas a la atmósfera. Las nubes son transportadas por los vientos y descargadas nuevamente sobre los continentes y el mar, en forma de nieve o lluvia.

Sobre la superficie terrestre el agua se incorpora al suelo y a la vegetación, a través de sus raíces. Por infiltración y percolación recarga las napas de agua subterránea, los acuíferos, que son las formaciones geológicas que tienen capacidad para almacenarla y transmitirla. El resto escurre en forma superficial o subsuperficial y forma las cuencas hidrográficas, integradas por arroyos y ríos que bajan hacia el mar.

El agua se reintegra a la atmósfera por evaporación desde los ríos y océanos, y por evapotranspiración, que es el efecto combinado de la evaporación del agua libre de la superficie terrestre y se produce por la transpiración de vegetales y animales.

¿Es el agua un recurso natural renovable? Tratamos de encontrar esta respuesta en una aritmética, considerando tanto la disponibilidad global del recurso como los aprovechamientos que hacemos de ella. El total del agua se distribuye en la hidrosfera en las siguientes proporciones: el 97,2% forma los océanos y es salada. El agua dulce en un 2,15% se encuentra inmovilizada en glaciares e hielos polares. Esto significa que solamente el 0,65% del agua está disponible para el uso de la población humana.

En realidad, es relativamente aprovechable, porque una proporción, que no alcanza al 0,02% del total existente, es el agua de superficie de lagos, ríos y arroyos. El 0,62% restante es agua subterránea contenida en los acuíferos.¹ Asumiendo que toda el agua subterránea es potable, lo que no es estrictamente cierto, la fuente más importante de agua para consumo humano es el agua que no se ve, y que solicita un esfuerzo energético para su extracción.

¹ Cfr. Craig y otros (1996), *Resources of the Earth. Origin, Use, and Environmental Impact*, Prentice-Hall, Inc.

Debido a que el agua es indispensable para la vida, las ciudades se han desarrollado preferentemente en cuencas hídricas, sobre costas o cerca de los ríos. A lo largo de la historia, y a medida que los centros urbanos aumentaron su extensión, la necesidad de una provisión continua de agua produjo formas de transporte que pasaron de los acueductos y la carreta del aguatero a los sistemas actuales de distribución, con redes y estaciones de bombeo con mayor aporte energético.

Se pueden diferenciar dos términos asociados con el aprovechamiento de este recurso natural: el de uso y el de consumo. El agua que se consume es aquella que no regresa a su fuente, que no se reintegra en forma inmediata al ciclo hidrológico. Esta es el agua de riego que ha sido incorporada a la biomasa de cultivos vegetales o animales, de la población humana, o fijada en productos industriales.

El consumo más intensivo del agua en el mundo se produce con el riego, porque aun en zonas de suelos fértiles, las lluvias no alcanzan para mantener la actual creciente demanda de cultivos de alimentos. Esto ha incrementado la extracción para irrigación de agua de los acuíferos porque las fuentes superficiales no son suficientes.

La producción industrial requiere agua en sus procesos, y en el lavado y enfriamiento de piezas y equipos, especialmente en las industrias química, del acero, papel y petróleo. Estos usos del agua en la industria ponen en el ambiente el problema de la calidad con que la devuelven a las fuentes. Aproximadamente, el 85% del volumen que entra a las plantas de producción tiene salida como distintos efluentes líquidos y semilíquidos con una carga de contaminantes. La contaminación consiste en la presencia de sustancias anormales o de concentraciones elevadas de sustancias normales en el ambiente.

El retorno de agua contaminada a los ríos y arroyos, al suelo y al mar, es una de las consecuencias ambientales más importantes. Ella produce serios inconvenientes, tanto durante la extracción de recursos en minería, en la transformación en productos, en las actividades urbanas comerciales y domésticas, que utilizan estos cuerpos como sumideros de aguas residuales que no reúnen las condiciones adecuadas para su incorporación al ambiente, por tener un tratamiento previo insuficiente o nulo, que asegure un sano reintegro al ambiente.

En la generación de termoelectricidad, sea esta de origen nuclear, fósil o geotérmica, se utiliza agua para enfriar el condensador de vapor. Casi la totalidad del volumen retorna a su fuente, sin causas relevantes de contaminación química, pero con una carga térmica; esto es, agua a mayor temperatura, que puede

causar algún impacto en la vida acuática del medio que la recibe. Las plantas de generación de energía hidroeléctrica consumen, a su vez, muy poca agua, pero las centrales sobre ríos de llanura requieren embalses de gran superficie, lo que en las zonas áridas produce pérdidas masivas por evaporación, alterando los patrones de lluvia regionales y disminuyendo el caudal río abajo de la represa.

Modificaciones del ciclo hidrológico

El curso natural del agua se modifica en las ciudades como consecuencia de la impermeabilización de la superficie del suelo por edificación, pavimentación de calles y vías rápidas de transporte. Esto produce un cambio en los patrones locales de circulación del agua, porque determina una variación del volumen total, el aumento de la velocidad de escorrentía, y la disminución de la infiltración.

En las ciudades, gran parte de los ríos y arroyos han sido entubados, canalizados y desviados de sus cursos originales para satisfacer las necesidades de diseño y dinámica urbana. Se han modificado las pendientes y los límites de las planicies naturales de inundación y se construyeron barreras a la libre circulación del agua.

De la misma manera, el sistema de redes de provisión de servicios de agua potable y saneamiento, que se interrelaciona con el ciclo natural modificado, cambia la distribución original de fuentes y sumideros del agua, generando a menudo conflictos por inundaciones.

Por otro lado, las ciudades funcionan como islas de calor que es retenido en sus estructuras durante las horas de radiación solar. Esto puede modificar localmente el clima, y en algunos casos también los patrones de las precipitaciones, que aumentan su frecuencia en las afueras, viento abajo de la ciudad.

Menos visibles, y a menudo más dramáticos, son los efectos de la urbanización sobre los sistemas de agua subterránea. Por una parte, la disminución de la infiltración altera la recarga natural de los acuíferos, y por otra, se produce contaminación de las napas por pérdidas en los sistemas de transporte de efluentes cloacales, evacuación de excretas y efluentes domiciliarios e industriales a través de pozos filtrantes, contaminación industrial volcada a cursos de agua entubados, rellenos sanitarios, depósitos de materiales peligrosos, etc. Se suman a esto los incidentes y accidentes con derrames de sustancias peligrosas producidos en las etapas de explotación, producción o transporte de la industria.

La primera napa de agua, el Acuífero Pampeano, en la región de mayor densidad de población en Argentina, conformada por la ciudad de Buenos Aires y su conurbano, se encuentra actualmente inutilizada por exceso de contaminación, principalmente doméstica e industrial.

El acuífero de mayor importancia por sus reservas y calidad del agua, el Puelches, que abastece de agua potable a gran parte de la provincia de Buenos Aires, ha sido contaminado localmente por la actividad urbana, y se han producido conos de depresión en aquellas zonas en las que la explotación para la industria y los consumos domésticos y comerciales fueron intensos y continuados.

El efecto negativo que se induce con la sobreexplotación de los acuíferos es la depresión de las napas subterráneas y la inversión del sentido del movimiento del agua al cambiar el gradiente de presión que promueve la mezcla de napas con distintos niveles de carga contaminante. De manera inversa, se producen ascensos en los niveles de las napas cuando se importa agua a una cuenca, y no se asegura su evacuación en caudales equivalentes.

Pero los mayores efectos sobre el ciclo hidrológico se producen con el desvío de agua para riego, porque se disminuyen sensiblemente los caudales de los ríos. La intensidad de extracción de agua subterránea para riego, que permite el desarrollo tecnológico y las fuentes de energía fósiles, coloca actualmente al mundo en situación de estar produciendo alimentos con una fuente de agua que no estará disponible para las generaciones futuras. Los acuíferos se recargan muy lentamente, con una velocidad que no puede competir con la tasa de extracción a la que están siendo sometidos.

3.2. Los ciclos biogeoquímicos naturales y las modificaciones antrópicas

Los ciclos biogeoquímicos describen el camino de elementos que se mueven entre los organismos vivos y el ambiente físico. Su nombre remite a las etapas del ciclo, *bio* por la vida, *geo* por las rocas, el suelo, el aire, el agua, con transformaciones *químicas*. Como la Tierra es un sistema cerrado para la circulación de sus materiales, los átomos de elementos básicos de nuestro cuerpo (como el carbono), son los mismos que integraban los dinosaurios hace unos 245 millones de años. Elementos como el carbono, nitrógeno, fósforo, calcio, sodio, azufre, nitrógeno y oxígeno, no solo son necesarios para la vida; también sus ciclos biogeoquímicos dependen en gran medida de la actividad

de los organismos vivos.² Los elementos y compuestos que nos ocupan con los ciclos biogeoquímicos se encuentran en el planeta en compartimentos o reservorios bajo distintas formas, y en la dinámica natural tienen tasas constantes de intercambio, equilibrio al que llegaron a lo largo de las transformaciones de la historia geológica.

Los “motores” de los ciclos son la energía del sol y la energía gravitatoria, como vimos al inicio del capítulo. En la actualidad, nuestros motores se abastecen principalmente de combustibles fósiles. Esta capacidad de aporte energético constituye el principio de todas las alteraciones a los ciclos naturales de los elementos. Sin las propiedades de concentración de energía, la facilidad de envasado y transporte que tiene el petróleo como combustible, el desarrollo de la humanidad estaría muy limitado. Si nuestras actividades dependieran solamente de las tasas de transformación de energía solar del sistema, tendrían un paso mucho más lento y sería muy inferior la población mundial que se podría sustentar naturalmente.

Cada ciclo tiene caminos y tasas propias en el flujo entre los reservorios de la ecosfera: la atmósfera, la hidrosfera, la corteza terrestre, y la biosfera. Hay básicamente ciclos de dos tipos, los que ocurren principalmente en fase gaseosa (como los del carbono, oxígeno y nitrógeno) y los de nutrientes sedimentarios, como el fósforo, y en parte, el azufre, con predominio en la corteza terrestre. Los primeros tienen como reservorio principal a la atmósfera, que es la envoltura gaseosa que rodea la Tierra y está formada por una mezcla de gases, en proporciones volumétricas de aire seco, de 78,08% de nitrógeno, 20,95% de oxígeno, 0,93% de argón y 0,03 de dióxido de carbono. Otros componentes se presentan en trazas y la cantidad de vapor de agua es variable.

La biota ha producido a lo largo de la historia de la Tierra, muchos cambios en la ecosfera: originó la existencia de oxígeno gaseoso en la atmósfera, como producto de la fotosíntesis, y también la fijación del nitrógeno atmosférico en compuestos asimilables por las plantas. La existencia de oxígeno, a su vez, originó la oxidación del azufre de la corteza terrestre y permitió la incorporación de este elemento a los ciclos vitales. El ciclo del azufre interviene en la disponibilidad del fósforo para las plantas y el fósforo en la fijación del nitrógeno.

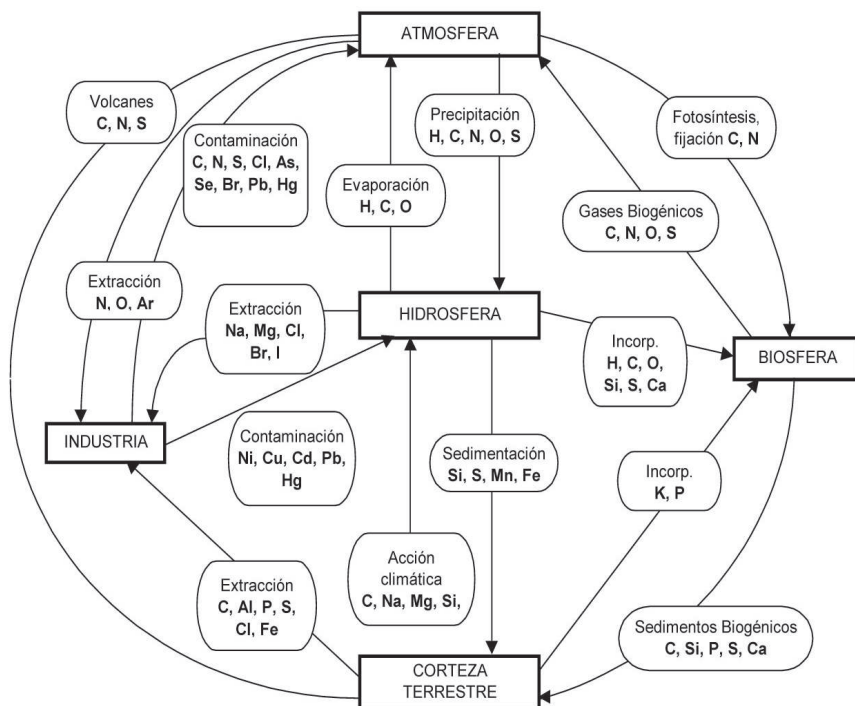
La presencia de vida y sus interacciones han complejizado y enriquecido el ambiente hasta posibilitar la existencia de la inmensa variedad de especies actuales. A su vez, el uso y la transformación de los recursos naturales por nuestra

² Cfr. Purves y Orians (1983), *Life, The Science of Biology*, Sinauer Associates, Inc. Publishers, Willard Grant Press.

propia especie tienen como consecuencia la modificación del balance de los ciclos biogeoquímicos naturales al producir cambios en las tasas originales de circulación entre los compartimentos.

Figura 3.2. Resumen de los procesos de mayor importancia en el ciclado de algunos elementos en la superficie terrestre.

Las cajas rectangulares representan los reservorios o compartimentos principales del ambiente donde los elementos residen como diferentes compuestos. Las cajas ovales representan los procesos que transfieren los elementos de un compartimento a otro.



Fuente: P. A. Cox, 1995.

En la **Figura 3.2** se presenta una selección de los elementos y flujos más significativos. Se incluye a la industria, señalando la importancia del impacto de la actividad humana sobre el ambiente, que suma un quinto reservorio a los ya mencionados.

Cuadro 3.1.

Ciclado anual de algunos elementos entre la atmósfera, hidrosfera, biosfera e industria. Las columnas de la atmósfera y la hidrosfera muestran el transporte natural de algunos elementos solamente en sus formas volátiles y solubles. La ausencia de valores significa falta de datos disponibles y no la inexistencia de un flujo.

Elemento	Atmósfera	Flujo anual (10^{12} kg/año) a través de		Industria
		Hidrosfera	Biosfera	
H (como H_2O)	6×10^4	6×10^4	valor alto	valor alto
C	200	100	150	8
N	0.25	0.1	6	0.1
O (como O_2)	300	1	300	0.1
(como H_2O)	5×10^5	5×10^5	valor alto	valor alto
Na	0	0.2	—	0.001
Mg	0	0.3	—	3×10^4
Si	0	0.2	—	0.01
P	0	0.001	1	0.15
S	0.1	0.4	0.5	0.15
Cl	0.005	0.2	—	0.17
K	0	0.05	—	0.05
Ca	0	0.5	0.5	0.1
As	2×10^{-5}	4×10^{-4}	—	5×10^{-5}
Se	5×10^{-6}	8×10^{-6}	—	1×10^{-6}
Hg	5×10^{-5}	5×10^{-6}	—	8×10^{-6}
Pb	0	0.01?	2×10^4	0.004

Fuente: P. A. Cox, 1995.

El **Cuadro 3.1** da idea de las cantidades transferidas anualmente entre compartimentos para algunos elementos. Los elementos más móviles son el hidrógeno y el oxígeno, bajo la forma de agua. Le siguen el carbono y el oxígeno molecular, provenientes de la fotosíntesis, respiración y descomposición de organismos vivos. Los procesos de la vida movilizan también elementos esenciales como el nitrógeno, fósforo, azufre y calcio.

El ciclo hidrológico tiene una participación significativa sobre otros ciclos, por acción de la meteorización: por acción de la lluvia sobre las rocas, se generaran procesos físicos y químicos de erosión y disolución de los minerales.

En la historia de la Tierra llega por último la introducción de los procesos industriales, que contribuyen a acelerar pasos del ciclado natural de varios elementos,

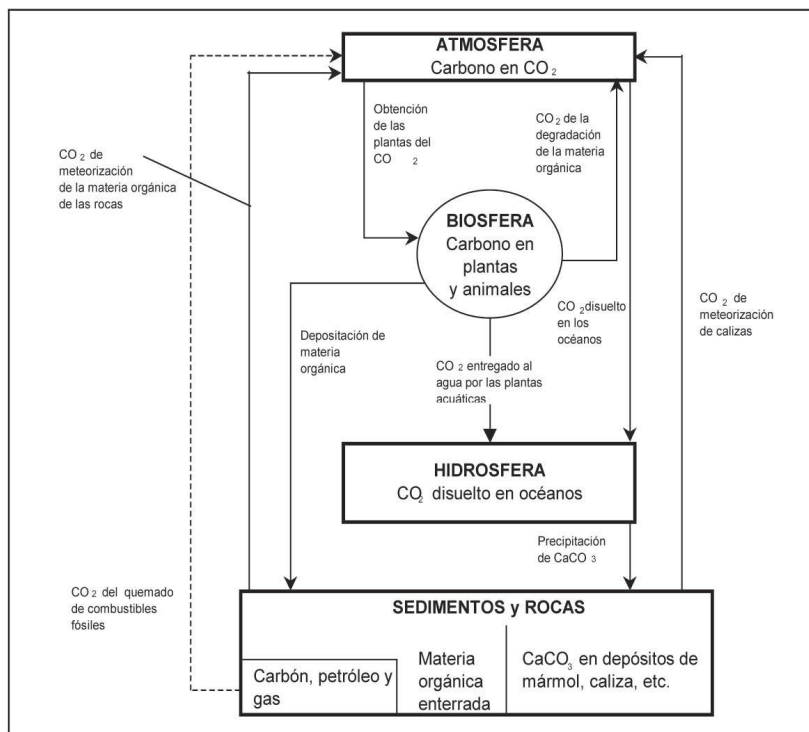
como el carbono, el fósforo, nitrógeno, azufre, cloro, y en menor medida, pero no menor importancia, a la movilización de elementos tóxicos como el mercurio, el plomo y el cromo. A continuación se reseñan ejemplos de ciclos naturales de algunos elementos vitales y sus modificaciones en la actualidad.

Ciclo de la carbono

Este elemento forma el esqueleto de las moléculas orgánicas y se encuentra en la naturaleza distribuido en orden decreciente entre la atmósfera, la biosfera, y la hidrosfera, y en mayor proporción en los depósitos geológicos de petróleo, gas y carbón, por una parte, y mármoles y calizas por otra, según su forma química.

Figura 3.3. Ciclo de la carbono.

La línea de puntos indica el flujo de dióxido de carbono que se transfiere del reservorio de sedimentos fósiles, carbón, gas y petróleo a la atmósfera, con su extracción y uso como combustibles.



Fuente: Craig, C.R. y otros 1996.

En la **Figura 3.3** se presenta un esquema del ciclo del carbono. Todos los elementos tienen un pasaje rápido a través de los seres vivos, que permanecen como tales relativamente poco tiempo, y a su muerte la descomposición libera nuevamente al medio los minerales que aprovecharán otros organismos. Por el contrario, en los depósitos minerales los elementos se movilizan muy lentamente en el tiempo.

Con el uso de los combustibles fósiles, que en forma inevitable e independiente de la limpieza de la tecnología aplicada, producen dióxido de carbono como resultado de su combustión, se han liberado en poco tiempo grandes cantidades de este gas. El ciclo natural no puede equilibrar el exceso de producción, y por lo tanto, permanece en el reservorio de la atmósfera, aumentando su concentración natural. Otra contribución humana a esta acumulación la producen la combustión de biomasa vegetal y la deforestación.

Las consecuencias que tienen las variaciones de la concentración del dióxido de carbono se relacionan con su aporte a las propiedades térmicas de la atmósfera. Se asume que antiguas variaciones podrían haber contribuido a los cambios climáticos sucedidos en la historia de la Tierra y las variaciones antropogénicas actuales podrían explicar un cambio climático en curso. Los cálculos científicos señalan que antes de la revolución industrial, hace unos 170 años, la concentración de dióxido de carbono atmosférico era de 265 partes por millón. Actualmente, la concentración es de 338 partes por millón, y las mediciones que se realizan desde el año 1958 muestran un lento pero constante incremento.

El efecto invernadero de la atmósfera sobre la Tierra, responsable de la temperatura que permite la vida, podría aumentar con la concentración de los gases que la componen y elevar la temperatura actual, produciendo un cambio climático a nivel global. El dióxido de carbono es el gas principal en esta función y aporta naturalmente el 60% al calentamiento adicional, aun cuando se encuentra presente solo en un 0,03% en la composición de la atmósfera. Hay otros gases que contribuyen al aumento del efecto invernadero, como el vapor de agua, el metano, el óxido nitroso y los compuestos clorofluorocarbonados. Estos últimos con origen exclusivamente antropogénico. Considerando la permanencia del excedente de dióxido de carbono en la atmósfera, distintos modelos predictivos estiman diferentes aumentos de la temperatura.

Las consecuencias de una variación climática podrían afectar a la dinámica de la ecosfera con una variedad de impactos ahora todavía impredecibles. En forma aislada, se cuentan las variaciones en los patrones de lluvias y sequías, el avance del mar sobre ciudades portuarias por derretimiento de glaciares, mo-

dificaciones en los ciclos reproductivos, cambios en los hábitats de las especies, en la producción de alimentos, etc. En realidad todas las variaciones pueden alterar funciones y dinámica de los ecosistemas que habitamos sobrepasando los conocimientos actuales y la capacidad de manejo de los mismos que poseemos.

Estos efectos no son regulables en el tiempo de transcurso de pocas generaciones humanas, y la lenta evolución hacia la adaptación del sistema al nuevo escenario tendría elevados costos para la sociedad, lo que ha motivado consideraciones internacionales hacia la reducción de liberación de dióxido de carbono.

Ciclo del Nitrógeno

El nitrógeno se encuentra principalmente en la atmósfera, de la que constituye el 78,08% de su composición y proviene originalmente del vulcanismo. Se presenta en el aire bajo la forma de una molécula casi inerte de dos átomos unidos por una triple ligadura difícil de romper, que le confiere gran estabilidad.

En la corteza terrestre se encuentra como ion amonio por erosión de las rocas, pero es asimilado rápidamente por los organismos vivos y no existen depósitos bajo esta forma. En los organismos vivos forma parte de las proteínas y los aminoácidos, interviene en el proceso de fotosíntesis y es indispensable para el crecimiento vegetal, pero la mayoría de los vegetales no pueden tomarlo de la atmósfera.

La vía por la que se incorpora naturalmente desde la atmósfera a la biosfera es muy estrecha y específica: solamente unas pocas formas de microorganismos del suelo, en el mar y en el agua dulce, pueden convertir el gas nitrógeno en formas accesibles para el resto de los organismos vivos. Estos microorganismos, fijadores de nitrógeno, son las algas azul-verdosas, las bacterias *azotobacter* y *clostridium* en el suelo, y algunas especies del género *rhizobium*, que se encuentran asociadas en simbiosis con las raíces de plantas leguminosas. La función que cumplen es equivalente en importancia a la de la fotosíntesis vegetal, puesto que ningún otro ser vivo podría existir sin ellos. Se estima que por año unas 90 millones de toneladas de nitrógeno del aire son fijadas por la vía biológica. En baja proporción se fija nitrógeno también a partir de un fenómeno electroquímico activado por los relámpagos durante las tormentas eléctricas.

La importancia de abonar los suelos es conocida en la humanidad desde la prehistoria, cuando se utilizaban como fertilizantes las cenizas y la bosta, materiales que contienen los tres elementos necesarios para el crecimiento

vegetal: nitrógeno, fósforo y potasio. También era muy buscado el guano, el excremento seco de las aves, por sus resultados sobre el suelo cultivado, debido a sus altas concentraciones de sales de nitrógeno y fosfato.

Las guaneras del Perú, formadas en las islas costeras por los inmensos depósitos acumulados en el tiempo por las colonias de aves marinas, en un clima seco, fueron intensamente explotadas a partir de la expansión de la agricultura en Europa, especialmente entre los años 1840 y 1880. Numerosos cargamentos de guano navegaron hacia Inglaterra y Alemania durante esos años, para ser usados principalmente como fertilizante, revitalizando los suelos empobrecidos del viejo continente, y así contribuir a combatir el hambre.

Esta fuente del recurso fue desplazada con el descubrimiento de depósitos de nitrato de potasio, el salitre, de mayores propiedades sobre el suelo. Ubicados en el desierto de Atacama, originalmente compartido por Bolivia, Perú y Chile, desencadenaron y fueron el botín en la guerra del Pacífico (1878-1873), una guerra más de las tantas provocadas por un recurso natural. Chile retuvo el territorio interesado y el monopolio salitrero, se empobreció la economía del Perú, y Bolivia quedó sin acceso a la costa.³

El nitrato chileno fue la principal fuente mundial de nitrógeno hasta la Primera Guerra Mundial. Cuando Alemania fue impedida de importar nitratos de Latinoamérica se cambió la historia y terminó el auge chileno. El químico Fritz Haber independizó a su país de los depósitos de Atacama descubriendo en el laboratorio la forma de fijar artificialmente el nitrógeno atmosférico para producir amoníaco a nivel industrial. Es relevante la aclaración de que, a la sazón, este recurso no era utilizado solamente como fertilizante, sino principalmente en la industria bélica, para producir explosivos como la nitroglicerina y el trinitrotolueno (TNT) indispensables para el avance militar.

Actualmente, la industria de nitrógeno sintético, que requiere un gran aporte energético, produce casi todo el necesario a nivel mundial, la cual es utilizada en un 75% como componente de fertilizantes, y el resto para producir explosivos, plásticos, refrigerantes, resinas, fibras y ácido nítrico, entre otros.

En el ciclo biogeoquímico de la naturaleza, el nitrógeno de la atmósfera fijado por los microorganismos específicos es incorporado rápidamente por las plantas terrestres y las algas, y circula con transformaciones químicas en los eslabones de las cadenas tróficas, siendo indispensable en la constitución de todos los organismos vivos. Este elemento cierra su ciclo natural con la

³ Cfr. Craig, C.R. y otros, *op. cit.*, supra, nota 1, p. 300, y Galeano, E. (1980), *Las venas abiertas de América Latina*, Siglo XXI, México, p. 226.

intervención de otros microorganismos (los desnitrificadores), que a partir de la materia orgánica lo reintegran como gas a la atmósfera. La tasa de ciclado está limitada por la abundancia de microorganismos fijadores que lo ponen a disposición –en formas accesibles– al resto de los seres vivos.

Actualmente se introducen artificialmente en el ambiente cantidades incontrolables de nitrógeno mediante la aplicación de fertilizantes sintéticos y el uso de combustibles que siendo de origen orgánico, tienen este elemento en su composición y lo liberan durante la combustión bajo la forma de óxidos de nitrógeno. En la atmósfera estos óxidos aportan al efecto invernadero y a la destrucción de la molécula de ozono en la estratosfera, contribuyendo a la reducción de la capa de ozono.

La distribución de un exceso de nitrógeno, aplicado como fertilizante en el suelo, produce alteraciones en la dinámica natural de los lagos y cursos de agua, generando la eutroficación y la contaminación de los acuíferos, con riesgos a la salud humana y al equilibrio de los ecosistemas. La perturbación antropogénica del ciclo se mantiene e incrementa por la imposibilidad de la naturaleza de metabolizar los compuestos nitrogenados a las velocidades con que hoy se los libera al ambiente.

Ciclo del Fósforo

Este elemento es un nutriente sedimentario que no presenta en su ciclo componentes gaseosos significativos. Tiene baja solubilidad, no es abundante, y se encuentra ligado a la corteza terrestre. En la mayoría de los suelos solamente una fracción del contenido de fósforo está disponible en la forma de compuestos orgánicos utilizables por la biota, que lo incorpora rápidamente eliminándolo del ambiente.

La mayor parte del fósforo en superficie es transportado en los ríos bajo formas insolubles, por erosión y arrastre, y se deposita en el fondo del mar. Los movimientos de las masas de agua oceánicas lo elevan en parte a los niveles de la zona de luz haciéndolo accesible para los organismos fotosintetizadores del ecosistema marino. Los movimientos tectónicos y la actividad volcánica devuelven también fósforo a la superficie de la corteza terrestre.

Este elemento es indispensable en todas las formas de la vida, porque grupos fosfatados intervienen en las reacciones de transformación de energía en las células, las reacciones que establecen la diferencia entre materia viva e inerte.

Integra también la membrana celular y la composición de los ácidos nucleicos y es uno de los constituyentes de los huesos y dientes de los animales.

Como nutriente es relativamente raro en relación con su gran demanda biológica. En los ecosistemas naturales –donde no es abundante– su presencia es un factor limitante para el desarrollo de la vida. Los organismos han evolucionado implementando variados sistemas de retención y concentración del fósforo en cantidades muy superiores a las concentraciones de su ambiente. A pesar de la baja disponibilidad de fósforo, el ciclo biogeoquímico se sostiene debido a esta capacidad y eficiencia de asimilación y retención. Al morir los organismos regresa al ambiente, donde es incorporado nuevamente por otras formas de vida.

Desde los orígenes de la agricultura se han usado carcasas de pescados, huesos de animales y guano de las aves como fuentes de fósforo para fertilizar el suelo, aunque fue necesario encontrar formas de mayor solubilidad para aumentar el rendimiento de los cultivos. Ello se logró en 1842, cuando se desarrollaron en Inglaterra los superfosfatos, compuestos que se obtuvieron tratando la roca fosfatada con ácido sulfúrico. A partir de esa fecha se instalaron en Europa numerosas plantas productoras de fertilizante, y en 1867 comenzó la explotación del mineral en Estados Unidos de Norte América y posteriormente se extendió a otras partes del mundo. No existen sustitutos para los fertilizantes fosfatados, pero los depósitos en existencia son importantes, y se considera que los recursos potenciales de fósforo son abundantes.⁴

Además de la producción industrial masiva para su uso como fertilizante, sus aplicaciones se extienden actualmente a la fórmula de los detergentes y a productos farmacéuticos. También, a los compuestos plaguicidas y a las armas químicas (como el gas nervioso), dado el desarrollo en laboratorio de productos fosforados de alta toxicidad.

Al igual que sucede con el nitrógeno –pero recordando que la presencia de fósforo libre en la naturaleza es escasa y limita el número de organismos presentes en el ambiente– se producen cambios importantes sobre la biota cuando se lo incorpora masivamente al suelo como fertilizante y es volcado a los cursos de agua con los efluentes líquidos domiciliarios e industriales bajo la forma de detergente.

Ciclo del Azufre

Los mayores reservorios de azufre están en el centro de la Tierra y en menor proporción se encuentran en la superficie terrestre, combinado con

⁴ Cfr. Craig J.R. y otros, *op.cit.*, supra, nota 1, p. 305.

metales y en sulfatos minerales. En la atmósfera inicial del planeta aparece con la actividad volcánica, y más tarde por oxidación, cuando esta se transforma con el oxígeno resultante de la fotosíntesis. En el aire tiene poca permanencia y tiende rápidamente a depositarse –en forma húmeda o seca– sobre el suelo y las masas de agua.

Presenta una gran versatilidad química, lo que permite su combinación con muchos elementos. Al igual que el carbono, el nitrógeno y el fósforo, forma parte de moléculas orgánicas esenciales, como en los aminoácidos y en las cadenas de las proteínas. Por estas características juega un rol importante en la biosfera, donde interviene en la vida desde sus orígenes.

El ciclo biogeoquímico del azufre es particularmente complejo, y se lleva a cabo mediante la actividad de microorganismos especializados, como bacterias aerobias y anaerobias –que mantienen un flujo rápido de transformaciones entre distintos compuestos químicos– en el ambiente acuático, en el suelo, en sedimentos superficiales, y en profundidad aunque con movimiento más lento. Las plantas asimilan azufre bajo la forma de sales que se encuentran disponibles en el suelo por la acción microbiológica.

El azufre antiguamente era conocido como “la piedra que se quema”, y se lo utilizaba como fumigante en medicina, y como incienso en ceremonias religiosas. Los romanos fabricaban armas incendiarias, y mucho más tarde, en la China del siglo X intervenía en la fabricación de pólvora. Pero la incidencia humana sobre el ciclo del azufre era limitada antes de la era industrial.

La principal fuente de liberación de azufre a la atmósfera desde comienzos del siglo XIX, es la combustión de carbón, que lo contiene en su composición. Cuando la energía eléctrica se incorporó a la producción industrial, el carbón es el combustible inicial de las usinas térmicas, con graves consecuencias sobre la atmósfera por el aumento de diversos contaminantes durante su quemado.

A partir de 1950, el uso masivo del petróleo disminuyó en parte el aporte de azufre atmosférico, y se produjo simultáneamente el aumento inevitable de liberación de dióxido de carbono. En China se sigue usando el carbón como combustible principal, siendo este país uno de los mayores productores de óxidos de azufre al ambiente, aunque el uso de todos los combustibles fósiles hacen su aporte en el resto del mundo. Actualmente, las aplicaciones del azufre en la industria son muy amplias, principalmente como ácido sulfúrico, plásticos, explosivos, pigmentos de pintura, y en minería para la obtención por lixiviación cobre y uranio.

Como contaminante atmosférico es uno de los que más afecta la salud, por tener efectos irritantes severos sobre los sistemas respiratorios, especialmente, asociado con la presencia de partículas de carbón en el aire. En los ecosistemas penetra a través de los fertilizantes, los residuos generados por la industria química, metalúrgica y las actividades mineras, alterando su equilibrio.

Cuando los óxidos de azufre son liberados a la atmósfera se produce ácido sulfúrico en el medio acuoso, constituyendo el fenómeno de la “lluvia ácida”, que es transportada por el viento y depositada sobre los ecosistemas. La acidificación del agua por la “lluvia ácida” tiene consecuencias sobre el crecimiento y la salud de los cultivos, los bosques naturales y las comunidades acuáticas de poblaciones animales y vegetales sensibles al medio ácido.

Esta precipitación ácida también modifica la calidad del agua para distintos aprovechamientos humanos. El lavado en medio ácido de suelos, rocas y cañerías puede resultar en la contaminación, tanto del agua superficial como subterránea, por movilizar metales tóxicos como cobre, aluminio y cadmio.

El efecto visible de la deposición ácida sobre las ciudades es notorio en las estructuras construidas con metales y con piedras calcáreas como el mármol, que son corroídas y erosionadas, con perjuicios sobre patrimonios históricos y obras de arte como monumentos y pinturas, o sobre las fachadas de los edificios que se muestran estropeadas y manchadas.⁵

3.3. Escalas de las alteraciones de los ciclos

Las actividades humanas aumentan la cantidad de materiales que intervienen en los ciclos biogeoquímicos, así como las velocidades de intercambio entre algunos compartimentos, y modifican las vías de entrada y salida de los elementos entre los distintos compartimentos naturales de la ecosfera. Los efectos de estas alteraciones se manifiestan en escala geográfica local, regional y global, y sus impactos se producen sobre la salud humana, los ecosistemas, la producción, la economía, y consecuentemente, en la geopolítica. Estos impactos han cambiado la percepción de la sociedad sobre la dinámica del sistema ambiental natural. Tristemente, han tenido la virtud de producir la conexión conceptual entre naturaleza y recursos

⁵ Una descripción completa de los procesos de los ciclos principales de la biosfera sintetizada en ecuaciones químicas en Scintific American Library (1997), *Cycles of Life. Civilization and the Biosphere*.

naturales, explotación y uso de los recursos, límite y calidad del desarrollo de la población humana.

A escala local, uno de los mayores problemas que se producen es el de eutroficación de los cuerpos de agua dulce por aporte de nutrientes. Hemos mencionado al fósforo como limitante para la fotosíntesis en un ecosistema. Consecuentemente, el aporte de grandes cantidades de este nutriente a los cuerpos de agua dulce –por escorrentía de agua con fertilizantes y descargas de efluentes domésticos e industriales con detergentes– induce a la reproducción masiva de algas. El aumento de la actividad biológica demanda una mayor cantidad de oxígeno disuelto, y si no hay aporte por circulación, los organismos vivos encuentran su límite y mueren. La etapa siguiente es la descomposición anaerobia en ausencia de oxígeno con productos finales de olor desagradable.

Los lagos eutrofificados pierden su valor estético y de recreación, pero también se alteran sus condiciones ecológicas de manera tal que las especies originales de peces, moluscos, anfibios o insectos se ven reemplazadas por otras adaptadas para sobrevivir en el nuevo ambiente con menos oxígeno y otra calidad de agua. Este problema es inevitable en urbanizaciones que necesitan volcar efluentes líquidos a un lago. Cuando no hay disposiciones alternativas, el tratamiento de estos efluentes no elimina el conflicto porque no hace desaparecer los elementos nutrientes, sino que los aporta integrando moléculas más simples.

En la escala regional, la lluvia ácida es el principal problema impuesto por la liberación de óxidos de nitrógeno y azufre a la atmósfera, provenientes de la generación de energía y el transporte automotor. Los óxidos de azufre pueden ser transportados a grandes distancias en la atmósfera antes de ser lavados por la lluvia o precipitar (como deposiciones secas), afectando la vegetación, las comunidades acuáticas, los cultivos, las estructuras urbanas. Los costos de retener en las instalaciones estos componentes son muy altos, motivo por el cual son incorporados al ambiente con costos diferidos sobre la sociedad y responsabilidades anónimas.

El aumento y distribución de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, con posibles consecuencias de un cambio climático, generan el efecto conocido de mayor escala: la global. ¿La sociedad está cambiando el clima de la Tierra como resultado de la alteración del ciclo del carbono? La ciencia y la evidencia parecen indicar esta realidad, y la política internacional la refleja en sus agendas. Pero el contrapeso en la balanza es demasiado importante como para que se reduzcan significativamente las emisiones que aumentan el efecto invernadero de la atmósfera: la energía almacenada en los combustibles fósiles

no es reemplazable, y es la única que todavía garantiza el modelo de desarrollo que predomina hoy en el mundo. La última guerra en Irak que presenciamos, y que al cierre de este libro no se ha silenciado, mostró el color del petróleo en las negras columnas de humo que la caracterizaron.

La evolución de los efectos de las actividades humanas es solo en parte predecible. Algunos de los impactos son ahora identificables y mensurables. Muchos podrían ser evitados con políticas de desarrollo que no transformaran nuestro complejo sistema más allá de sus límites físicos y de los conocimientos existentes para lograr un adecuado manejo ambiental que sustente la vida sobre la Tierra.

Bibliografía del Capítulo 3

- BAIRD, C. (1998), *Environmental chemistry*, W.H. Freeman and Company, USA.
- COX, P. A. (1997), *The Elements on Earth*, Oxford University Press.
- CRAIG, J. y otros (1996), *Resources of the Earth. Origin, Use, and Environmental Impact*, Prentice-Hall, Inc.
- GALEANO, E. (1980), *Las venas abiertas de América Latina*, Siglo XXI, México.
- MARINE-LO, M. (1915), *Lo que nos rodea. 50 lecciones de cosas*, Editorial Sucesores de Blas Camí, Barcelona.
- PURVES, W. K. y G. H. ORIAN (1983), *Life, The Science of Biology*, Sinauer Associates, Inc. Publishers, Willard Grant Press, USA.
- SCIENTIFIC AMERICAN LIBRARY (1997), *Cycles of Life. Civilization and the Biosphere*, USA.
- SCHLESINGER, W. (1997), *Biogeochemistry, an Analysis of Global Change*, Academic Press, USA.

Segunda parte:
RELACIONES

Capítulo 4

Ecología y Urbanismo

Horacio Caride Bartrons

*A mis hermanos Cristina Caride, Federico Quilice,
Diego Robles y David Dal Castello*

*[...] la nítida Ciudad de los Inmortales me
aterrorizó y repugnó [...]. No quiero describirla;
un caos de palabras heterogéneas, un cuerpo de
tigre o de toro en el que pululan monstruosamente
conjugados y odiándose, dientes, órganos y cabezas,
pueden ser (tal vez) imágenes aproximadas.*

Jorge Luis Borges, “El inmortal”, *El Aleph*

Introducción

En la sección anterior se ha pasado revista, entre otras nociones, a los conceptos de *ecología*, *ecología urbana* y *ambiente*. Retomando algunos de estos términos, el objetivo del presente capítulo es acercar estas nociones básicas a las construcciones intelectuales de la ciudad, para ensayar algunas vías explicativas complementarias, a través de la perspectiva histórica.

La simple construcción semántica del sustantivo “ecología” seguido del adjetivo “urbana” puede ingresar concretamente en el debate general sobre la excesiva separación disciplinar que conllevan los estudios sobre la ciudad. Una aproximación posible a estos postulados resultaría de indagar en la historia de su proyectación y mantenimiento, la relación con las tensiones entre los factores ligados a los aspectos físicos del ambiente, pero, fundamentalmente, a los imaginarios científico-sociales aplicados al ambiente construido. Esta problemática, de la que se pretende abordar solo algunos ejes interpretativos, es la base que sostiene el enfoque adoptado.

La ciudad, o como prefería llamarla Lewis Mumford, ese invento decisivo de la humanidad, ha presentado hasta ahora tantas facetas diferentes como recortes teóricos se han requerido para analizarla. Así, prácticamente no ha quedado ninguna ciencia de las llamadas “sociales” o “humanas” que haya resistido la seducción de hacer crecer una rama específicamente “urbana” dentro del espeso follaje de sus experiencias disciplinares. La geografía, la historia, la sociología; también la economía, la antropología y la psicología –por citar algunos ejemplos elementales– no han permanecido indiferentes a la complejidad de los asentamientos humanos, y todas, con diferentes alcances u obsesiones, en distintos momentos, y dentro de cambiantes contextos culturales, han generado la necesidad de explicarse dentro de las fronteras urbanas.

Atendiendo a esta situación, el comparativamente reciente campo de la ecología urbana emerge en la búsqueda de nuevas estructuras teóricas y epistemológicas, ubicándose en un punto exterior (y a la vez, alimentándose) de las ciencias sociales, y sumando la base empírica y algunos enfoques y métodos de la biología, la química, las matemáticas y la física.

De todas maneras, es probable que esta superabundancia de recortes (por ciencia, disciplina, rama, o especialización) responda más a un deseo atávico de catalogación que a la efectiva necesidad de contribuir al conocimiento del fenómeno urbano, que no resistiría más compartimentos estancos. Acaso con el objetivo de encontrar alguna síntesis superadora, los cuerpos científicos o intelectuales en general han mostrado a lo largo de la historia la imperiosa necesidad de hallar la unidad de este conocimiento. Para la materia que nos ocupa, esta antigua búsqueda puede tener un origen más cercano y reconocible.

Pese a que las primeras formulaciones tendientes a la definición del campo de la ecología urbana se iniciaron en la década de 1950, fue a partir de la *Primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano*, celebrada en la ciudad de Estocolmo en 1972, que comenzó a cobrar fuerza la idea de interpretar a los sistemas urbanos según las dinámicas de los ecosistemas naturales. Esta enunciación fue adquiriendo cada vez mayor consistencia, a medida que la ciencia primero, y la sociedad después, tomaba conciencia de que el desarrollo encontraba límites en los poderosos deterioros que, en su nombre, se causaban puertas adentro de los hábitat humanos y, a partir de estos, a todo el medio circundante, comprometido a escala planetaria.

Sin embargo, esta idea básica, donde el estudio del comportamiento de los seres vivos (es decir, su eficiencia, adaptación al medio y equilibrio biológico) podría mostrar valiosas enseñanzas comparativas a la hora de comprender una

ciudad, pertenece al ya casi inasible conjunto de los primeros paradigmas de nuestra civilización.

En este sentido, las definiciones de Thomas Kuhn, ya aplicadas desde el primer capítulo de este volumen, resultan también funcionales aquí para delimitar una vía de entrada posible al proceso histórico por el cual la ecología urbana podría llegar a interpretarse como ciencia integradora de los estudios sobre la ciudad. En efecto, los paradigmas:

[...] son la fuente de los métodos, problemas y normas de resolución aceptados por cualquier comunidad científica madura, en cualquier momento dado. Como resultado de ello, la recepción de un nuevo paradigma frecuentemente hace necesaria una redefinición de la ciencia correspondiente. Algunos problemas antiguos pueden relegarse a otra ciencia o ser declarados “no científicos”. Otros, que anteriormente eran triviales o no existían siquiera pueden convertirse, con un nuevo paradigma, en los arquetipos mismos de la realización científica.¹

Alertados por esta “necesaria redefinición científica”, el método para poner en dimensión histórica a la ecología urbana debería prestar atención a los contextos y búsquedas particulares desarrolladas por la ciencia en cada época y, en nuestro caso particular, cómo y en qué medida estas indagaciones se traducen en teorías para la ciudad. La interpolación de una noción como *ecología* en las periodizaciones históricas de “largo aliento” corre siempre el riesgo de caer en anacronismos con dudosos resultados analíticos, a pesar de las buenas intenciones perseguidas por muchos autores.²

¹ Kuhn, Thomas (1996), *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires, pp 165-166. Resulta evidente que Kuhn construye la idea de paradigma científico, separada de la noción clásica que proviene de la lingüística. Al respecto, según el *Diccionario de la Real Academia* (Edición digital de Espasa Calpe, 1995), el término paradigma quiere decir, en sus tres acepciones: 1. *m. Ejemplo o ejemplar.* / 2. *Ling. Cada uno de los esquemas formales a que se ajustan las palabras nominales y verbales para sus respectivas flexiones.* / 3. *Ling. Conjunto virtual de elementos de una misma clase gramatical, que pueden aparecer en un mismo contexto. Así, los sustantivos caballo, rocín, corcel, jamelgo, etc., que pueden figurar en el contexto: El — relincha, constituyen un paradigma.*

² Véase al respecto las hipótesis aplicadas al estado de la cuestión en Paiva, Verónica (2002), “Medio Ambiente Urbano: Una mirada desde la historia de las ideas científicas y las profesiones de la ciudad. Buenos Aires 1850-1915”, en *Revista de Urbanismo* n° 3, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, enero, pp. 1 y 2, en <www.revistaurbanismo.uchile.cl/n3/indice.html>. No obstante lo ponderable de algunos aportes, estas contradicciones entre nociones contemporáneas y método histórico pueden revelarse en otros trabajos, como por ejemplo, *Historia ecológica y social de la humanidad* de Eduardo Astesano (dos tomos, Editorial

En base a lo señalado, se asume como posibilidad una interpretación de la ecología urbana bajo las lógicas y desarrollos históricos de los paradigmas científicos, reconociendo los problemas metodológicos que encierra la perspectiva histórica de una disciplina con bases teóricas y epistemológicas difusas.

También es oportuno plantear algunas discrepancias con las hipótesis que sostienen que la ecología urbana, en realidad, propone un “nombre nuevo” para “viejos problemas”. El hallazgo de un nombre nuevo trasciende a sus antecedentes –formales o nominales– reconocibles, en la medida de que la lengua, como afirmaba Ferdinand de Saussure, no solo es transmisora de cultura, sino que también opera como constructora de la propia cultura. En otras palabras, podría afirmarse que, en tanto noción nueva, la ecología urbana plantea una serie de miradas a un conjunto de problemáticas que, hasta su constitución conceptual, no eran reconocibles. Veremos como este y otros neologismos funcionaron a menudo como emergentes visibles de los paradigmas científicos imperantes.

Orientado por estas reflexiones, el esquema general de lo que definimos como “paradigma biológico”, es decir, el conjunto de problemáticas y metodologías científicas que proveen posibilidades de solución basadas en el estudio, comparación o recreación de los seres vivos, en nuestro caso, aplicados a los modos de pensar y hacer ciudad, opera como eje de la narración.

4.1. Ecología y Urbanización

En el año 1803, cuando Jean Baptiste de Lamarck creaba el término “biología”, para definir el campo de los estudios para una ciencia de la vida, casi simultáneamente otro científico –más conocido por su obra literaria–, Johann Goethe, introducía el concepto de “morfología”. En su origen, esta última expresión era susceptible de ser aplicada tanto a las formas vivientes, sus órganos y apéndices, como a las inanimadas, concretamente, a los minerales y a sus

Castañeda, Buenos Aires, 1979), en la menos ambiciosa *Memoria Verde. Historia ecológica de la Argentina*, de Antonio Bralovsky y Dina Foguelman (Sudamericana, Buenos Aires, 1991), o en el estudio de Thomas Glick, “Ecología urbana y administración municipal inglesa en el siglo XIX: desde Chadwick hasta la junta de obras metropolitana” (*Ciudad y Territorio*, nº 99, primavera, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid, 1994).

estructuras cristalográficas.³ En cuanto a los seres vivos, la nueva definición encendió la polémica sobre el origen de las innumerables características formales de la vida en la Tierra y en concreto sobre su relación con el comportamiento y actividad de las especies como respuesta, adaptativa o no, al medio natural.

En el debate intervinieron literatos, filósofos, arquitectos y naturalistas, que se extendió por varios países de Europa Occidental durante toda la primera mitad del siglo XIX. Entre los naturalistas (que ahora sí podían ser llamados “biólogos”), la polémica tuvo argumentos particulares, a través de las reflexiones de Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, quien, siguiendo a Goethe, sostenía que la función derivaba de las formas de determinados órganos. En oposición, otro prestigioso naturalista, Georges Cuvier, apoyado en Lamarck, indicaba que en realidad era la forma la que seguía a la función.

La publicación de *El origen de las especies* de Charles Darwin en 1859, agregaba un elemento decisivo a la polémica. Su teoría de la Selección Natural mostraba la operación que el gran filtro de la naturaleza imponía a las formas que se desarrollaban en determinados ambientes.

Mientras Lamarck sostenía que los cambios ambientales modifican la morfología animal, incorporada como patrimonio hereditario, Darwin, por el contrario, afirmaba que estos cambios eran arbitrarios y accidentales, y se fijaban o no de acuerdo a la selección ejercida por el ambiente. Las nuevas formas recibían una función y solo así aseguraba la supervivencia de la especie. De todos modos, por uno u otro motivo, las formas y las funciones de la vida serían, a partir de entonces, inseparables del entorno donde se había gestado y evolucionado.

Como ya se planteó en el primer capítulo de este volumen, fue precisamente un firme seguidor de Darwin, el biólogo alemán Ernst Haeckel (y en esto la coincidencia de fuentes es unánime, aunque la fecha es objeto de discusión) quien habría utilizado por primera vez en 1869 la palabra “ecología”, definiéndola como:

[...] el conjunto de conocimientos referentes a la economía de la naturaleza, la investigación de todas las relaciones del animal tanto con su medio inorgánico como orgánico, incluyendo sobre todo su relación amistosa y hostil con aquellos animales y plantas con los que se relaciona directa o indirectamente.

³ Collins, Peter (1981), *Los ideales de la arquitectura moderna; su evolución 1750-1950*, Gustavo Gili, Barcelona, p. 152, y Rostand, Jean (1985), *Introducción a la historia de la biología*, Planeta, Buenos Aires, pp. 7 y 95.

En su postulado, además de vincular etimológicamente los términos “economía” y “ecología”, en cuanto la raíz griega oikos (casa, hogar) común en ambos vocablos, Haeckel introducía el estudio de los seres vivos y su entorno ambiental, estableciendo la filiación directa de sus investigaciones con la teoría de la selección natural. “En una palabra, la ecología es el estudio de todas las complejas interrelaciones a las que Darwin se refería como las condiciones de la lucha por la existencia”.⁴

Contemporánea al texto de Haeckel, podría interpretarse que la *Teoría General de la Urbanización* del ingeniero español Ildefonso Cerdá marcó el inicio del conocimiento de la ciudad como sistema complejo, manifestado en la concreta necesidad de intervención de diferentes ramas del conocimiento (geografía, estadística, economía, higiene, “estudios societarios”, etc.). Justamente en la invención del término “urbanización” Cerdá introducía un concepto nuevo:

[...] no sólo para indicar cualquier acto que tienda a agrupar la edificación y a regularizar su funcionamiento [...], sino también el conjunto de principios, doctrinas y reglas que deben en aplicarse, para que la edificación y su agrupamiento, lejos de comprimir, desvirtuar y corromper las facultades físicas, morales e intelectuales del hombre social, sirvan para fomentar su desarrollo.⁵

Bajo esta noción de urbanización provista en 1867, la idea clásica de las prácticas urbanas, en cuanto la manifestación artística del proyecto de una ciudad (estética, ornamentación, paisaje), se expandía para incorporar la dimensión intelectual (sus principios, doctrinas y reglas) o, en definitiva, sus modos de pensarla.⁶

A pesar de la novedad que representaba la teoría de Cerdá, su continuidad con la tradición aristotélica resulta evidente. En su tratado, luego de una exten-

⁴ Haeckel, Ernst (1869), *Naturilche schopfungsgeschichte*, citado por Bacon, Jeffrey (2001), *Apuntes de Ecología*, Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Edición Electrónica, Ciudad de Durango, México, p. 2, en <www. EcoApuntes.homestead.com/index>.

⁵ Cerdá, Ildefonso (1867), *Teoría General de la Urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona*, Imprenta Española, Madrid, t. I, p. 30.

⁶ Todavía bastante posterior es el término “urbanismo”, que según Bardet, fue propuesto en 1910 por el geógrafo Paul Clerget. Cfr. Bardet, Gastón (1977), *El Urbanismo*, EUDEBA, Buenos Aires, p.13. Javier García y Bellido, además de corregir el nombre (se habría llamado Pierre) se lo atribuye al italiano A. Contento, ocho años antes. Cfr. Baigorri, Artemio (1995), “Del urbanismo multidisciplinario a la urbanística transdisciplinaria”, en *Ciudad y Territorio*, nº 104, verano, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid, p. 321.

sa revisión de las “partes” que integran el “organismo urbano”, en el capítulo dedicado a su “funcionomía” (queda claro que le gustaban los neologismos) afirmó que:

[...] todos los elementos constitutivos los hemos estudiados, hasta ahora, simplemente como entidades inorgánicas [...]. Ahora que ya estamos en condiciones de darnos cuenta y razón de cada una de las piezas que constituyen su organismo [...] es oportuno que entremos de lleno en el examen de las funciones [en el] conjunto.⁷

El correcto funcionamiento “de conjunto” para perfeccionar el organismo, se orientaba a erradicar la miseria de la ciudad industrial. Era ella la que corrumpía “las facultades físicas, morales e intelectuales del hombre social”.

Entre los males reconocidos del “organismo de la ciudad” de la Revolución Industrial, singularmente retratados por Charles Baudelaire y Honoré de Balzac y en especial en la *Coketown* (“Ciudad de Carbón”) de Charles Dickens, a la falta de una correcta provisión de agua y su correspondiente evacuación se le adjudicaba la causa de las peores enfermedades.

En consecuencia, Europa, y más precisamente, Gran Bretaña, durante la primera mitad del siglo XIX fue el marco donde se desarrollaron las preocupaciones iniciales del higienismo. Por aquellos años, la imagen de una ciudad superpoblada, carente de agua y alimentos, constituía la más acabada representación del metabolismo enfermo. A partir de un estudio pionero de Edwin Chadwic en 1842, comienza a definirse “la idea sanitaria”, que estableció en aquellos factores las causas principales para la generación de enfermedades y la extensión de epidemias.⁸ El organismo de la ciudad, que podía entenderse en sus “aparatos circulatorio y respiratorio” carecía de sistemas digestivo y excretor adecuados.

La Asociación de la Salud de las Ciudades, creada en Londres en 1844, fue la primera institución con incumbencia sobre la problemática de la salubridad de la población urbana. En respuesta a la industrialización y a la vertiginosa urbanización, tuvo como objetivo “ayudar a lograr cambios legislativos que dieran margen a la realización de mejoras preparando al público para aquellos cambios que fueran necesarios”.⁹

⁷ Cerdá, Ildefonso, *op cit.*, t. I, p. 592.

⁸ Chadwick, Edwin, *Report on the Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain*, citado por Ashton, John (1991), “La salud y la ciudad”, *Ciudad y Territorio* nº 89, verano, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid, p. 170.

⁹ Según la interpretación de S. E. Finer, citado por Ashton, John, *op.cit.* supra, nota 8, p. 169.

Cuatro años más tarde, un conjunto de leyes sanitarias dio marco institucional a las aspiraciones higiénicas de los profesionales preocupados por el bienestar social. Pese a estas previsiones, que incorporaron redes de provisión de agua potable, problemas presupuestarios impidieron la organización de un sistema cloacal (que el propio Chadwick había definido como un “sistema de arterias y venas”) y no se pudo impedir la devastadora epidemia de cólera que afectó a Londres en 1849.¹⁰ Ese mismo año, una epidemia análoga se extendió por París y fue el detonante de una legislación similar en Francia (aunque de carácter más restringido) que entró en vigencia para todo el territorio en 1850.

Con sus fracasos y aciertos, los higienistas se consolidaron como “los” expertos por excelencia de la ciudad, entidad que lograría prevalecer hasta bien entrado el siglo XX. Pero para esos años, el crecimiento urbano sostenido presentó nuevamente un desafío para los profesionales de la ciudad. El paradigma biológico fue otra vez puesto a prueba para interpretar los desbordes que sobrepasaban los límites históricos (materiales y conceptuales) que el espacio urbano había mantenido por siglos. El primer paso fue dado en la búsqueda del nombre más pertinente para definir el proceso.

A esta altura, no debería sorprender que fuera un zoólogo y botánico por formación quien inventara el neologismo más aceptado y generalizado para definir el fenómeno. En 1915, Patrick Geddes publicó *Cities in Evolution*, donde propuso denominar este crecimiento como “*conurbation*” (conurbación). Sostenía Geddes:

Para enfocar estos cambios verdaderas transformaciones de la tradición geográfica [...] y para expresarlas con más vigor, nos es necesario extender algo nuestro vocabulario; pues cada nueva idea para la que aún no tenemos una palabra, merece una. Hace falta, pues, un nombre para estas regiones urbanas, para estos conjuntos de poblaciones. Constelaciones no podemos llamarlas, conglomerados se acerca en la actualidad más al blanco pero, por desgracia, puede resultar despectivo; ¿por qué no “conurbaciones”? Quizá ésta pueda servir como la palabra necesaria, como una expresión de esta nueva forma de agrupamiento de la población que está desarrollando, por así decirlo, subconscientemente, nuevas formas de agrupación social y también de gobierno y administración.¹¹

¹⁰ Cfr. Glick, Thomas (1994), “Ecología urbana y administración municipal inglesa en el siglo XIX: Desde Chadwick hasta la junta de obras metropolitana”, en *Ciudad y Territorio*, n° 99, primavera, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid, p. 98.

¹¹ Geddes, Patrick (1960), *Ciudades en Evolución*, Infinito, Buenos Aires, p. 51.

En asociación a este concepto, Geddes también recuperó la idea de organismo viviente para caracterizar el comportamiento y extensión de una conurbación. Una vez más, el paradigma biológico le proporcionó el importante aparato científico que la disciplina requería o, como diría Kuhn, aquel cuerpo pertinente de reglas. De esta forma, el biólogo escocés se refirió a la ciudad (en este caso a Londres) como “a este pulpo... o mejor dicho, a este pólipo... [de] un vasto desarrollo irregular sin paralelo en el mundo; y quizás a lo que más se parece es a los desarrollos de un gran arrecife de coral”. Bajo esa mirada, la ciudad era, en definitiva, un “arrecife humano”, de “esqueleto pétreo y pólipos vivos”.¹²

En función de los aportes de Darwin y Haeckel, y como ya había sucedido en los siglos precedentes, la nueva controversia científica se había trasladado a los modos de pensar y hacer arquitectura y ciudad desde mediados del siglo XIX y durante buena parte del siglo XX. La dualidad interpretativa de la forma y la función, aportaba significativos elementos de juicio para diferenciar e interpretar los factores tendientes a la comprensión de los sistemas urbanos y sobre los elementos necesarios para establecer su calidad ética y estética en relación con el medio natural.

Así, la interpretación organicista y evolucionista fue ganando terreno en otras ramas del conocimiento. En la década de 1920, algunos sociólogos de la Universidad de Chicago entendieron que los estudios de los hábitats naturales, con sus definiciones sobre sistemas complejos, en sus interrelaciones y dependencias mutuas podrían ser aplicados a los estudios del comportamiento de las comunidades urbanas.

En efecto, la ciudad sería una suerte de organismo en donde el comportamiento individual y la organización social estaban determinados dentro las condiciones impuestas en la lucha por la existencia.¹³ En una clara referencia a los postulados de Darwin, cuyo influencia había monopolizado decididamente el saber científico, llamaron a este campo experimental “ecología humana”. El término fue utilizado por primera vez en el trabajo que Robert Park y Ernst Burgess publicaron en 1921, *Una introducción a la Ciencia de la Sociología*. Hasta que sus postulados fueron revisados y finalmente refutados, la teoría de las Zonas Concéntricas, donde la ciudad resultaba “hábitat natural” y escenario privilegiado de las actividades humanas, constituyó la matriz interpretativa de los problemas sociológicos urbanos hasta fines de la década de 1960.

¹² *Ibíd.*, p. 45.

¹³ Cfr. Torres, Horacio (1996), “El origen interdisciplinario de los estudios urbanos”, *Documento de trabajo nº 2*, Seminario Internacional Vaquerías, Córdoba, p. 8.

Esta nueva formulación aparecía dentro de un contexto de reflexiones, ensayos, investigaciones y manifestaciones artísticas que centraban en el ambiente de la ciudad el objeto principal de sus preocupaciones. Unos años antes (1917), Tony Garnier había propuesto *Una ciudad Industrial*, considerada como manifiesto del primer “urbanismo progresista”. Al año siguiente, Oswald Spengler, publicó *La decadencia de Occidente*, donde definió a la ciudad como el síntoma final de la declinación cultural. En 1919, Walter Gropius había fundado en Weimar la escuela de la Bauhaus, cuyas ideas ejercieron una de las más poderosas influencias en las concepciones arquitectónicas y urbanísticas del siglo XX. En esta línea, dos años después, Le Corbusier ensayó su “Plan para una ciudad contemporánea de 3 millones de habitantes”. Lewis Mumford, quien preferiría las ideas de Garnier a las de este último “por su penetración social y humana” inauguró su extensa lista de trabajos sobre la ciudad con *Sticks and Stone*, de 1924.¹⁴ En 1926, Fritz Lang, estrenó la película *Metrópolis*, destinada a convertirse en una crítica universal a la ciudad moderna.

A fines de la década de 1920, un historiador, Marcel Poëte, construyó otra imagen que, a nuestro entender, complementó las formulaciones de la Escuela de Chicago con las que compartía la misma raíz neodarwinista. Para él, la ciudad era “[...] un ser viviente que debemos estudiar en su pasado para poder estabilizar el grado de evolución: un ser que vive sobre la tierra y de la tierra; lo cual significa que las noticias históricas deben agregarse a las geográficas, geológicas y económicas”.¹⁵ La idea de ciudad como organismo vivo continuaba ganando terreno, en cuanto se la interpretaba como entidad vital, susceptible de constituir un ser sujeto a historicidad.

Poëte intuía que la propia dinámica histórica no bastaba para explicarla cabalmente, recurriendo al menos a otras tres ciencias más para completar su análisis. Con las influencias recibidas desde el propio Geddes, además de los filósofos Aguste Comte y Henri Bergson, y del geógrafo Paul Vidal de la Blache, logró explicar la “razón urbana”, apuntando al “alma de la ciudad”, mediante figuras que solicitaban lo biológico pero superaban lo elemental de las comparaciones, en cuanto traducían el “suceder” de lo orgánico (vida, evolución), al “acontecer” de lo humano (noticias históricas), actividad cuyo escenario privilegiado era justamente la ciudad.

¹⁴ Cfr. Choay, Françoise (1970), *El Urbanismo, utopías y realidades*, Editorial Lumen, Barcelona, p. 525.

¹⁵ Poëte, Marcel, (1958), *La città antica*, Rizzoli, Milano, p. 25.

Por esta época algunas propuestas —que no superaron su condición utópica— renegaron de los procesos de urbanización para generar una visión disruptiva. Aunque mejor relacionada con la tradición de la ciudad jardín inglesa que con cualquier perspectiva ecologista, la *Broadacre City* de Frank Lloyd Wright fue una de las críticas más consistentes y persistentes (figuró en su obra desde 1932 hasta su muerte en 1959) a las condiciones de vida de las ciudades norteamericanas de su época. La bajísima densidad de las viviendas, organizadas en el “acre ancho” (*broad acre*) para cada familia, transmitía la idea de un paisaje rural con algunos elementos futuristas.

Pero transcurrió cerca de medio siglo hasta que la noción de *ecología* de Haeckel fuera traducida definitivamente a los estudios sociales urbanos por Park y Burgess, considerando que en su definición original ya contemplaba “el estudio de todas las complejas interrelaciones” que sería el soporte de las investigaciones teóricas en la constitución del campo de la ecología humana. Otros cincuenta años llevaría la construcción de la “ecología ecosistémica”, generalizada por Eugene Odum a partir de 1971, que en su desarrollo sería tributaria del concepto de “ecosistema”, acuñado por el inglés Arthur George Tansley en 1935 (ver capítulo 1 de este volumen).

Fue también en 1971 que un entonces joven sociólogo español, Manuel Castells, puso en crisis las tesis de la supuesta “Escuela de Chicago” en sociología, especialmente su postulado sobre la existencia de un organismo ecológico capaz de auto equilibrio y de responder a nuevas necesidades.¹⁶ A través de la publicación de *Problemas de investigación en sociología urbana*, su cuestionamiento más contundente era si, realmente, la sociología urbana existía y, en consecuencia, el tema central residía en el hallazgo de un objeto de estudio específico por parte de ella. Concretamente afirmaba que:

La sociología urbana no es un concepto. Es, hablando con propiedad, un mito, puesto que cuenta —ideológicamente— la historia de la especie humana (el paso de lo rural a lo urbano). La sociología humana basada en la cultura urbana es una ideología de la modernidad, asimilada —de manera etnocéntrica— a la cristalización de las formas sociales que caracterizan el capitalismo liberal.¹⁷

Con tales afirmaciones —bajo una óptica neomarxista que debe ser contextualizada en el “Mayo francés”— Castells no solo ponía en interdicto una “verdad”

¹⁶ Cfr. Castells, Manuel (1971), *Problemas de investigación en sociología urbana*, Siglo XXI, Madrid, p. 45.

¹⁷ *Ibíd.*, p. 55.

sociológica aceptada, sino que también cuestionaba la aplicación acrítica a “lo urbano” de nociones como “competencia”, “adaptación” y “dominación”, y con ellas, el “darwinismo social”, verdadero paradigma al que estas interpretaciones se subordinaban. Atacando esta tesis, donde la formulación teórica enmascaraba las convicciones de una ideología dominante, Castells presentaba, seguramente, en uno de sus primeros y más contundentes alegatos, el peligroso ascenso de la “Ciudad Global”, como nuevo paradigma. De hecho:

La lógica del provecho y de la eficiencia económica conducen, por un lado, a borrar toda diferencia esencial inter-ciudades y a fundir los tipos culturales en el tipo generalizado de la civilización industrial capitalista: por otro lado, a desarrollar la especialización funcional y la división del trabajo en el marco geográfico, y por tanto, a crear una jerarquía funcional entre las aglomeraciones urbanas.¹⁸

Con este contexto inmediatamente anterior, las preocupaciones surgidas de la Conferencia de Estocolmo, además de un punto de partida, significaban también un punto de llegada para el concepto de “ecología”. La reflexión teórica se insertaba dentro de un circuito de ideas que traducían recíprocamente diversos campos disciplinares, rearmando aparatos teóricos en pares dialécticos, primero entre historia/evolución; luego entre cultura/ambiente y finalmente entre ciudad/ecosistema. La operación, que en su origen buscó integrar conocimientos como respuesta unificada a diversos problemas sociales, científicos y urbanos, en general terminó generando nuevas ramas para asumir las divergencias conceptuales. Un nuevo problema se iniciaba y la cuestión era si, efectivamente, esta transposición de términos no acabaría por empobrecer a sus respectivas ciencias de origen.

De esta forma, la ecología urbana se ubicó, desde el comienzo de su formulación, en el centro de una tormenta teórica alimentada por los vientos del saber en relación a lo urbano, llevando al cuestionamiento, interno y externo de la disciplina, mientras buscaba también el reparo de sus propias experiencias científicas. La ruptura epistemológica se manifestó en un verdadero festival de prefijos como “inter”, “intra”, “multi” o “trans”, que comenzaron a colocarse delante de la palabra “disciplina”, al punto de generar más oscuridades interpretativas que iluminaciones conceptuales. En este sentido, el mayor acuerdo logrado sobre los saberes pertinentes a la ecología urbana, residiría justamente en la no construcción –aún– de sus recortes e incumbencias.

¹⁸ *Ibíd.*, p. 87.

Bajo la mirada de algunos autores, la verdadera transdisciplina de los estudios urbanos (sintéticamente, una metodología de abordaje común basada en aproximaciones conceptuales de diferentes disciplinas), que otorgaría una posibilidad de identificación –tanto como ciencia autónoma o al menos como rama de especialización– para la ecología urbana, no se ha conseguido todavía. Artemio Baigorri, supone que esto no se logrará hasta:

[...] desarrollar una ciencia del territorio autónoma en su metodología y conceptos, y que deberá ampararse en el nuevo paradigma ecológico. Hasta tanto esa ciencia no haya adquirido carta de naturaleza, seguiremos navegando en disquisiciones más o menos interdisciplinarias o, más exactamente, entre peleas entre disciplinas que se acercan al territorio urbano.¹⁹

En otros términos, Roberto Fernández refiere una idea similar. Entre campos como la ecología, la economía, el derecho, la sociología, etc. se ha dado hasta ahora:

[...] una articulación notablemente burda a los efectos de constitución de un nuevo saber y por lo tanto se requiere de una reflexión todavía larga en el ordenamiento y articulación de sub-saberes existentes. [...] el saber ambiental –en esta fase epistemológica pre-paradigmática– podría avanzar no sólo y no tanto mediante la convergencia disciplinar recién apuntada, sino más bien mediante el aprovechamiento de nuevas herramientas [...] como la teoría de sistemas complejos, los modelos termodinámicos, la crítica ecológica de la economía, etc.²⁰

Dicho bajo la forma del paradigma kuhniano, la “necesaria redefinición de la ciencia correspondiente” todavía está por concretarse.

4.2. La ciudad como ambiente

La noción de *ambiente*, construida en diferentes ciencias y disciplinas, como la biología, la geografía, la sociología o el higienismo, ha sido referida en diversos estudios, entre los que se destacan aquellos que buscaron articular la complejidad interpretativa con los sistemas culturales de cada tramo histórico. En esta línea, resultan significativos los aportes de los trabajos de “larga duración”

¹⁹ Baigorri, Artemio, *op. cit.*, supra, nota 6, p. 325.

²⁰ Fernández, Roberto (1999), *La naturaleza de las metrópolis*, UGyCAMBA, FADU, UBA, Buenos Aires, p. 32.

preparados por Pascal Acot y Peter Bowler, en cuanto a la ecología general, o dentro del conjunto de las ciencias ambientales, respectivamente. En nuestro ámbito, las contribuciones de Verónica Paiva para contextualizar el concepto de *ambiente* en los discursos científicos y disciplinares, o la articulación de la problemática ambiental con el universo urbano, provistos por María Di Pace, Roberto Fernández y Raúl Montenegro, son buenos ejemplos de las recientes contribuciones para la definición de un particular campo problemático.²¹

Sin dejar de reconocer la existencia de indagaciones anteriores, la noción de la ciudad como *ambiente* (referida al principio también como *medio ambiente*), integrada a las prácticas urbanas, tuvo sus primeras referencias concretas hacia fines de la década de 1950. Seguramente le debemos a Kevin Lynch una de esas primeras formulaciones. En el primer capítulo de su célebre texto *La imagen de la ciudad*, con el título “La Imagen del Medio Ambiente”, aunque “especulativa y voluble”, según sus propias palabras, proponía reconocer el ambiente urbano de manera “sensible” para “ordenarlo”, por la significación mental (o psicológica) que proveían sus atributos materiales.²²

Esta lectura, que Lynch desarrolló exclusivamente para algunas ciudades norteamericanas, cobró, sin embargo, un carácter universal, generalmente acrítico de sus postulados originales, en parte fomentado por otros textos posteriores del propio autor. En septiembre de 1965, un número monográfico de la revista *Scientific American*, incluyó un ensayo de Lynch denominado, justamente, “La ciudad como medio ambiente”. Dentro de él, la imagen de la megalópolis, operó como condensador de todo el dilema teórico que representaba el crecimiento urbano ininterrumpido. Ingresando en el terreno de la pesadilla, proponía imaginarnos una ciudad cuyas proporciones gigantescas coincidirían con la superficie de todo el planeta.²³ Pese a la aparente ingenuidad del planteo, la imagen extrema resultaba funcional para advertir la tendencia negativa de las condiciones ambientales urbanas. En su visión, la incorporación del campo en la ciudad, con su aporte de verde y salud (física y espiritual) debía integrarse en

²¹ Sobre estos autores, véase el ítem “Historia de las ciencias. Ecología, ambiente y ciudad”, en la bibliografía al final del capítulo.

²² Cfr. Lynch, Kevin (1966), *La imagen de la ciudad*, Infinito, Buenos Aires, p. 13.

²³ La polémica sobre las nuevas formas de la ciudad, la conurbación y las maneras de comprenderla y controlarla, había comenzado a fines de la década de 1950, en base a los escritos Lewis Mumford y Jean Gottman. La idea seguramente había sido anunciada desde la literatura de ciencia ficción en las memorables páginas escritas por Isaac Asimov en la trilogía *Fundación*, *Fundación e Imperio* y *Segunda Fundación* en la década de 1940. La capital del imperio galáctico, *Trantor*, ocupaba el planeta completo.

un todo armónico que preveía la dilución entre los universos urbano y rural. La propuesta no era enteramente original, y en efecto, no resultaba del todo ajena al paisaje urbano de la *Garden City* de Ebenezer Howard de finales del siglo XIX, y tampoco se despegaba de ciertos paralelos con la *Ville Radieuse* de Le Corbusier y el *Plan del Gran Londres*, de Patrick Abercrombie, gestado en plena Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, su primaria noción de *medio ambiente urbano* implicaba una nueva mirada, que sería reformada o ampliada, muchas veces desacreditada, pero consolidada, de una u otra manera, en los años siguientes.

En este sentido, la definición más general e inclusiva de *medio ambiente* es probable que haya sido formulada Christopher Alexander en 1971. En *La Estructura del Medio Ambiente*, precisó que este último era la “corporización tridimensional de una cultura”. Así:

La morfología de un medio ambiente es el resultado de un sistema de relaciones espaciales repetidas incesantemente entre sus categorías espaciales (leyes morfológicas). Lo que singulariza a distintos medio ambientes como Londres, París, una casa inglesa, un jardín japonés, una estación de servicio norteamericana es el particular cuerpo de leyes morfológicas que cada uno posee.²⁴

Esta formulación no solo evidencia que el concepto de *medio ambiente* había hecho un viraje definitivo en su asimilación completa dentro del artificio de lo urbano, sino que también podía entenderse como una categoría para analizar el espacio construido y habitado por el hombre en sus diferentes escalas y sus diferentes alternativas. Mediante esta conclusión el *medio ambiente* era claramente un objeto de diseño.

Poco antes de las construcciones teóricas de Alexander y de Castells, el español Fernando Chueca Goitia, revisaba los estudios de la Escuela de Chicago en la secuencia histórica de las prácticas urbanas. De hecho, en su *Breve Historia del Urbanismo* (1968) incluyó un capítulo final donde analizaba las teorías de Burgess y Park y de algunos de sus seguidores para contrastarlas con la realidad de otras ciudades europeas. Inclusive ensayó el esquema de las zonas concéntricas que Burgess había desarrollado para Chicago, aplicándolo a la ciudad de Madrid. El resultado fue la decidida contestación al modelo, adelantando la crítica ideológica a la sociedad urbana industrial capitalista que

²⁴ Alexander, Christopher (1971), *La estructura del medio ambiente*, Tusquets, Barcelona, p. 97.

sobrevendría.²⁵ No obstante, la evaluación de los problemas ambientales urbanos por fuera de la lógica economicista, y supeditada impíamente a la oferta y demanda del mercado de tierras, encontraba en Chueca la resonancia de un proceso de traducciones interdisciplinarias consagrado. El capítulo de referencia fue titulado “Ecología Urbana”.

4.3. Cultura ecológica y ciudad

La construcción del discurso ambientalista

Las notas de Fernando Chueca, Christopher Alexander y Manuel Castells no resultaban un discurso aislado. En todo caso, su formulación registraba importantes antecedentes, al menos desde una década anterior.

Es probable que los primeros pasos del camino hacia una “conciencia ambiental” hayan sido dados por la bióloga norteamericana Rachel Carson, cuando en 1962 publicó *Silent Spring* (*La primavera silenciosa*), alertando sobre las consecuencias del uso de pesticidas y de agroquímicos en general sobre la salud humana. Aunque se ha cuestionado la base científica del trabajo, resultó un indudable punto de inflexión, al menos en su capacidad de aglutinar el fragmentario discurso ecológico de su época. Detrás de la obra de Carson, quien murió dos años después de la publicación, se encolumnaron varias posiciones sociopolíticas que, acaso por vez primera, obtenían un respaldo científico (discutido luego) y una llegada al gran público al mismo tiempo.

En buena medida, y con la Guerra de Vietnam como telón de fondo, la construcción de la conciencia ambientalista tuvo sus mejores aliados en las corrientes pacifistas de la década de 1960, encabezados por el Movimiento Hippie, de las que se alimentó y extrapoló la militancia ecologista. En 1971, Paul Watson, un guía turístico que luego se sumará al Servicio de Guarda Costa canadiense, fundaba en la ciudad de Vancouver la asociación *Greenpeace*.

Fue también la época del nacimiento de muchas Organizaciones No Gubernamentales que tuvieron a varios aspectos de una temprana “cultura ambiental” entre sus objetivos. Con la intención de ayudar al crecimiento de las economías de los países en desarrollo, especialmente de Asia y África, ese mismo año de 1971 Bárbara Ward fundó en Londres el IIED, Internacional

²⁵ Cfr. Chueca Goitia, Fernando (1985), *Breve historia del urbanismo*, Alianza Editorial, Barcelona, pp. 217 y ss.

Institute of Environment and Development (Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo). Cinco años más tarde, el argentino Jorge Enrique Hardoy organizó en aquella institución el Human Settlement Programme, que constituyó la base del capítulo sudamericano del IIED, luego institución independiente como IIED-AL, con sede en Buenos Aires.

Pero el proceso de construcción de una cultura ecológica y ambiental a fines de la década de 1960 logró su instalación definitiva en el momento de su difusión masiva y apropiación social. También el cine de Hollywood contribuyó a esta masificación. En 1971, el director Douglas Trumbull, estrenó *Silent Running*, película de ciencia ficción que en el mundo hispanohablante se conoció como *Naves misteriosas*. Su argumento contaba la historia de un grupo de científicos que lograron conservar varios ecosistemas terrestres dentro de gigantescas naves en órbitas extra planetarias, para preservarlos de la devastación que había sufrido la Tierra.

Dentro de este contexto de reclamación constante, expresado en movimientos sociales, publicaciones científicas, instituciones estatales y no gubernamentales, y manifestaciones de la cultura popular debe comprenderse la celebración Primera Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Humano, Estocolmo, 5 al 16 de junio de 1972. Acaso la consecuencia institucional más significativa de aquel evento fue la creación de Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con sede en Nairobi, Kenia.

En cuanto a las ciudades, las recomendaciones del documento base, instalaban a la planificación urbana en una doble dimensión programática y moral. En efecto:

Debe aplicarse la planificación a los asentamientos humanos y a la urbanización con miras a evitar repercusiones perjudiciales sobre el medio y a obtener los máximos beneficios sociales, económicos y ambientales para todos. A este respecto deben abandonarse los proyectos destinados a la dominación colonialista y racista.²⁶

Luego de Estocolmo, acaso la búsqueda más temprana de aplicación de los principios ambientalistas a una aglomeración existente se dio en Curitiba, Brasil. Fundada a fines del siglo XVIII, la ciudad contó con un Plan Director desarrollado entre 1972 y 1976 por quien fuera elegido intendente (en tres oportunidades), el arquitecto Jaime Lerner. Así, la capital del estado brasileño

²⁶ <http://www.pnuma.org/docamb/mh1972.php>, principio 15. Más adelante, veremos cómo el Informe Brundtland retomará esta doble connotación para el discurso urbanístico.

de Paraná se convertiría a partir de esos años en un verdadero modelo para una noción que en la década de 1970 aún no había sido desarrollada: *la sustentabilidad urbana*. No obstante el éxito de las intervenciones, especialmente la política de recuperación y optimización de suelo urbano, la organización de nuevos espacios verdes públicos y, especialmente, la implementación de un eficiente sistema de transporte público, la crítica más prolongada al Plan continúa siendo su sujeción a un modelo populista que contribuye a la perpetuación de la pobreza dentro del sistema.²⁷

Para todo el concierto de lo urbano, el modelo neoliberal llamado de “ajuste estructural” implantado en la década de 1980, operó sobre la formidable reducción del gasto social en aspectos tan elementales como vivienda, educación y salud, dejando en manos de la actividad privada por considerarlo más eficiente. Se determinó que:

[...] la forma de combatir la pobreza es mejorando la productividad pues así se van a generar nuevos y más empleos junto con riquezas que alcanzaran a todos los sectores sociales. No obstante, una de las críticas más evidentes del periodo fue el aumento de la brecha entre los sectores acomodados y los más pobres, pues en la realidad los sectores desposeídos llegaron a ser más pobres aun y viceversa.²⁸

Por estos años, algunos autores expresaron la íntima relación entre la pobreza urbana y las condiciones de degradación ambiental. Desde mediados de la década de 1980, Jorge Enrique Hardoy —de forma individual, en colaboración con David Satterthwaite o en trabajos colectivos— reflexionaba sobre la incapacidad de los gobiernos nacionales de los países subdesarrollados (se rechaza conscientemente el eufemismo “en vías de desarrollo”) para hacer frente a las explosivas tasas de crecimiento poblacional, a la miseria y a las inhumanas condiciones de hábitat en las que se encontraban sumidos la gran mayoría de sus habitantes.

La ciudad ilegal (término emblemático que se constituyó en una suerte de paradigma en sí mismo) ponía en crisis todos y cada uno de los logros de la ciudad “legal”. El “medio ambiente de la pobreza” imperaba en la superficie

²⁷ Cfr. Irazábal, Clara (2005), *City Making and Urban Governance in the Americas: Curitiba and Portland*, Ashgate Publishing, Londres; Moura, Rosa (2001), “Regulación de uso del suelo urbano: discusión sobre el caso de Curitiba”, en *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n° 3, Editora da UFPR, Curitiba, pp. 115-124.

²⁸ Cárdenas Jirón, Luz Alicia (1998), “Definición de un marco teórico para comprender el concepto de desarrollo sustentable”, en *Revista de Urbanismo*, n° 1, Publicación electrónica de la Universidad de Santiago de Chile. <<http://revistaurbanismo.uchile.cl/n1/4.html>>.

cuantitativamente predominante de las mayores ciudades de los países subdesarrollados. Pero no se trataba de denuncias aisladas o grandilocuentes. En los textos, permanentemente, aparecían líneas de acción, propuestas o formas de organización que no buscaban ingenuamente desterrar la pobreza urbana y en la operación, ofrecer un ambiente deseable. Apenas (y nada menos) reclamaban las medidas más urgentes para paliar sus peores efectos.

Dentro de los análisis, transcurridos cerca de quince años desde su publicación, aparecen varios de los más significativos problemas actuales. Tal es el caso:

[...] de las grandes corporaciones multinacionales que “exportan” industrias contaminantes desde Estados Unidos, Japón o Europa occidental hacia los países del Tercer Mundo para evitar tener que pagar el costo de controles de contaminación más estrictos o satisfacer altas pautas de salubridad y seguridad para sus trabajadores.²⁹

Esta cita puede ilustrar tan solo uno de los aspectos de la llamada “globalización”, neologismo que representa una vez más la emergencia (o la imposición) de un posible nuevo modelo, resistido en diversos ámbitos de la reflexión intelectual desde el primer momento de su formulación, tanto por la inequidad de sus planteos como por los variados y reconocibles perjuicios de su expansión universal.

En paralelo al concepto de “ciudad global” se estaba desarrollando otro neologismo (al menos en lo que al idioma castellano concierne) en cuanto a la noción de “ciudad sustentable” o “ciudad sostenible”.³⁰ Entre ambos, la idea del *ambiente urbano* conlleva una tensión que deviene en situaciones contradictorias. Por un lado, responder a un “nuevo orden mundial” que establece o define poderosos cambios de las dimensiones, sociales, políticas y económicas de un planeta “más chico”, con forzados niveles de vinculación e interdependencia inéditos en la historia de la civilización. Por el otro, la necesidad de imponer a estos cambios pautas específicas de respeto al ambiente natural y la racionalidad en la explotación de recursos, integrados a valores

²⁹ Hardoy, Jorge Enrique y David Satterthwaite (1987^a), *Las ciudades del tercer mundo y el medio ambiente de la pobreza*, GEL, IIED-AL, Buenos Aires, pp. 44 y 45.

³⁰ La noción de “sostenibilidad” en términos de desarrollo fue implementada por primera vez el texto de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, *Nuestro Futuro Común*, también conocido como *Informe Brundtland*, de 1987. Allí se definió al desarrollo sustentable como aquel que “[...] satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”. World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, Nueva York, 1987, p. 54.

primordiales como la inclusión, el equilibrio o, sencillamente, el bienestar de la sociedad en su conjunto.

Imaginados o no, buscados o rechazados, es innegable la constitución de nuevos escenarios mundiales, alimentados en buena medida por significativos cambios tecnológicos, especialmente en lo que respecta a los medios de información y comunicación. “Redes de ciudades”, “roles urbanos”, “megaciudades” o “ejes comunicacionales” son algunas de los términos que ilustran el proceso hacia una “ciudad informacional” que sería, según Manuel Castells (y parafraseando a José Ortega y Gasset), nuestra nueva circunstancia.

El caso de Buenos Aires

En este contexto internacional, Buenos Aires presenta condiciones para instalarse como “ciudad global”, ya que cuenta con una organización administrativo-financiera y recursos humanos que le brindan capacidad para la generación y coordinación de los procesos especializados que requiere un sistema global económico.³¹

Con estos términos se expresaba, en 1998, el diagnóstico preliminar del *Plan Urbano Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires* (PUA), encarado por la entonces Secretaría de Planeamiento Urbano y Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad Autónoma. Se trataba del primer documento de una copiosa serie de publicaciones que fueron dando a conocer las características, criterios, enfoques y objetivos del último de los planes urbanos realizados para la capital argentina durante el siglo XX.³²

En sintonía con la tendencia mundial, la inclusión de la temática ambiental en el proceso de planificación urbana, fue referida desde el título. Durante 1999, se dieron a conocer seis tomos que referían a otros tantos diagnósticos específicos. El número dos perteneció al *área ambiental* donde se estableció que el ambiente:

³¹ AA.VV. (1998), *Plan Urbano Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires. Diagnóstico preliminar*, Secretaría de Planeamiento Urbano y Medio Ambiente, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, p. 19.

³² Desde sus inicios, el PUA ha generado un extenso listado de publicaciones: un prediagnóstico, un documento de trabajo con *Elementos de Diagnóstico*, los *Lineamientos Estratégicos*, quince tomos sobre temáticas específicas, un *Modelo Territorial y Políticas Generales de Actuación* y un *Documento Final*.

[...] es el conjunto de las condiciones naturales (aire agua suelo, vegetación, etc.) y sociales (servicios generados por la sociedad (o “segunda naturaleza”) que según el Banco Mundial, “circundan a toda la humanidad, incluyendo a las generaciones futuras”.³³

No obstante la excesiva generalidad de esta definición, otros documentos nos informaban de aspectos específicos. De esta forma:

La incorporación de la dimensión ambiental en forma transversal en el proceso de planificación urbana incluye la conceptualización interdisciplinaria y multisectorial de la ciudad y la comunicación de interés y políticas a la comunidad así como la creación de instrumentos de gestión adecuados que incorporen los indicadores pertinentes para la evaluación de la evolución del desarrollo sostenible.³⁴

Así, la noción de ambiente aplicada a las prácticas urbanísticas, incorporó y atravesó un amplio espectro de dimensiones, que incluyeron los problemas ambientales críticos, como inundaciones, contaminación del agua (superficial, subterránea), el manejo de residuos sólidos, el deterioro del espacio público, la carencia de áreas verdes y los desajustes en los servicios provistos por red.

El patrimonio urbano construido fue detallado como tema particular, buscando la preservación de ciertos edificios relevantes, pero lo que se resulta más importante aún, su consideración en el contexto urbano. Como desprendimiento de esta situación fueron relevados cerca de cincuenta nuevos sitios de la ciudad, con la intención de constituir otras tantas Áreas de Protección Histórica (APH) que se sumarían a las tres (San Telmo, Puerto Madero y Avenida de Mayo) que en la actualidad cuentan con cierto reconocimiento jurídico. También el espacio público mereció un tratamiento particular, estableciendo en él no solo uno de los factores determinantes en el proceso de mejoramiento de las condiciones ambientales de la ciudad, sino también la idea de que en sus valores sociales y simbólicos reside gran parte la noción de ciudad en sí misma.

Por otro lado, el PUA, desde el comienzo de su formulación, estableció su inserción en el contexto ambiental del área metropolitana. A esta altura, resultaría ocioso argumentar la inviabilidad de cualquier propuesta por fuera de su consideración como parte del Gran Buenos Aires. No obstante, más allá del diagnóstico

³³ PUA, 1999 b, p. 9. La cita refiere a Banco Mundial, *Libro de Consulta para Evaluación Ambiental*, vol. I, Washington D. C., 1991, p. 2. El Informe estuvo a cargo de Fernando Brunstein, Beatriz Marchetti, Viviana Burijsen y María José Leverato.

³⁴ PUA, 1999c, p. 27.

específico,³⁵ la nutrida “agenda propuesta” para la articulación metropolitana no incluyó los impostergables acuerdos políticos entre Ciudad, Provincia y Nación, cuya ausencia significó, en gran medida, el fracaso de los planes urbanísticos propuestos para toda el área desde la década de 1930 hasta la actualidad.³⁶

El PUA es el plan urbano vigente. Posee rango constitucional para la ciudad y así lo expresan los artículos, 27, 29 y 104 de la primera Constitución de la Ciudad de Buenos Aires, sancionada en octubre de 1996. La caída del gobierno en diciembre de 2001, en medio de una de las crisis económicas más agudas de la historia argentina significó, obviamente, un fuerte impacto para el ejercicio del Plan, entre otras variadas consecuencias. Fuera de la materialización de algunos proyectos previstos (entre los que se destaca la prolongación de algunas líneas de subterráneo) lo fundamental del Plan está aún por ejecutarse.

Más allá de estas someras referencias, la consideración PUA tiene el elemental objetivo de cerrar la secuencia narrativa, en función de los ejes trazados al comienzo de este capítulo. La idea de operar en una ciudad “completa” parece su fundamento estructurante y la noción de ambiente sería la responsable de este retorno a la integridad urbana. No obstante los presupuestos establecidos para la línea argumental que definió estas páginas, podrían cerrarse provisoriamente con algunas reflexiones.

El análisis elemental de la ciudad en relación a nociones tan diversas como organismo, metabolismo, ecología, sistema o ambiente no se puede explicar por fuera de los paradigmas científicos —que no terminan de ser otra cosa que paradigmas culturales— que le dieron sustento teórico.

La aparición de nuevas palabras para nombrar nuevos conceptos a lo largo de la historia, pueden restituarnos una periodización elemental que intentó resumir, o al menos ejemplificar, los diferentes modos de pensar la ciudad. De todas maneras, han resultado funcionales a la hora de examinar estas construcciones intelectuales, obrando como indicadores de la actuación de paradigmas, en su formulación, persistencia, pero también en su agonía y recusación final.

Seguramente serán necesarios otros trabajos de mayor profundidad y extensión para establecer las condiciones de fractura en los sistemas de pensamiento que han considerado a la ciudad como objeto de estudio global, y la emergencia de enfoques que renunciaron a ver el todo para detenerse en sus fragmentos.

³⁵ Cfr. PUA, 1999a y PUA 2000, pp. 10-14.

³⁶ Cfr. Caride Horacio y Alicia Novick (2000), “El Gran Buenos Aires. Apuntes de una historia imposible”, *Revista de Arquitectura*, n° 194, Sociedad Central de Arquitectos, Buenos Aires, septiembre, pp. 30-35.

Mientras se asumía la necesidad de metáforas o de ciertas analogías, de las que he revisado únicamente las “biológicas” por ser las más elementales y recurrentes, la ciudad fue comprendida como conjunto integral, a pesar de los matices (o fuertes coloraciones) provistos en cada momento histórico. La desaparición de la dimensión metafórica significó también la emergencia de lo abstracto y fragmentario. Entiendo que dentro de esta secuencia debería interpretarse el proceso por el cual, en algún momento, entre las décadas de 1960 y 1970, ya no se pudo o no se quiso pensar en términos de conjunto con respecto a la ciudad y, simultáneamente, se reconocían las primeras formulaciones de la ecología urbana como campo específico.

En las prácticas urbanas de fin del siglo XX estarían comenzando a operar nuevos paradigmas. Paradójicamente, mientras la idea de “totalidad” se aleja del estudio de la ciudad, una nueva “globalidad” de escala planetaria licúa las diferencias y comienza a generalizar irreflexivamente imperativos políticos y económicos que terminan por anular (o como mínimo marginar) la valoración de los diversos sistemas culturales.

Pareciera que los más antiguos instrumentos teóricos aplicados a la ciudad como unidad, que fueron descartados por improcedentes, deben ser revisados y actualizados, y puestos nuevamente a consideración. La ciudad del siglo XXI necesita otras metáforas que restituyan la noción de totalidad urbana, y con ellas, seguramente, la construcción de otros paradigmas que permitan “leerla” de nuevo en forma unitaria.

Como en el cuento de Borges, algo semejante le ocurrió al obsesionado tribuno romano que al fin consiguió llegar a la Ciudad de los Inmortales. La eternidad había creado una ciudad incoherente y absurda que anuló toda posibilidad de interpretación y, aún así, una metáfora le sirvió para restablecerla como entidad. Tal vez la reformulación de la noción de *ambiente urbano* contribuya a proporcionar mejores interpretaciones. Tal vez, y solo tal vez, una ciencia de la ciudad, que podría establecerse por las búsquedas de la ecología urbana, encuentre una metáfora integradora, todavía ausente.

Bibliografía del Capítulo 4

1. Marco teórico y metodológico

BUNGE, M. (1995), *La ciencia, su método, su filosofía*, Sudamericana, Buenos Aires.

- GORELİK, A. (1999), “Historia de la ciudad e historia intelectual”, en *Prismas. Revista de historia intelectual*, nº 3, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires.
- HARRIS, M. (2000), *Teorías sobre la cultura en la era posmoderna*, Crítica, Barcelona.
- KUHN, T. (1996), *La estructura de la revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.
- PAIVA, V. (2002), “Medio Ambiente Urbano: Una mirada desde la historia de las ideas científicas y las profesiones de la ciudad. Buenos Aires 1850-1915”, en *Revista de Urbanismo*, nº 3, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, enero. <www.revistaurbanismo.uchile.cl/n3/indice.html>.
- SAUSSURE, F. de (1993), *Curso de lingüística general*, Planeta-Agostini, Barcelona [Ginebra, 1916].

2. Cultura e historia urbana. Urbanismo y urbanización

- AA. VV. (1998), *Plan Urbano Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires. Diagnóstico preliminar*, Secretaría de Planeamiento Urbano y Medio Ambiente, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, p. 19.
- ALEXANDER, C. (1971), *La estructura del medio ambiente*, Tusquets, Barcelona.
- AMENDOLA, G. (2000), *La ciudad postmoderna*, Celeste Ediciones, Madrid.
- ASHTON, J. (1991), “La salud y la ciudad”, *Ciudad y Territorio*, nº 89, verano, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid.
- BARDET, G. (1977), *El Urbanismo*, EUDEBA, Buenos Aires [París, 1945].
- CASTELLS, M. (1971), *Problemas de investigación en sociología urbana*, Siglo XXI, Madrid.
- CÁRDENAS JIRÓN, L. (1998), “Definición de un marco teórico para comprender el concepto de desarrollo sustentable”, en *Revista de Urbanismo*, nº 1, publicación electrónica de la Universidad de Santiago de Chile.

<<http://revistaurbanismo.uchile.cl/n1/4.html>> [Consulta: 06/09/2011].

- CARIDE, H. (2005), “La ciudad representada. Metáforas, analogías y figuraciones en el urbanismo de Buenos Aires, 1927-1989”, en *Anales* n° 37-38 (2002-2004), Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas “Mario J. Buschiazzi”, FADU, UBA, Buenos Aires, pp. 240-241.
- CARIDE H. y A. NOVICK (2000), “El Gran Buenos Aires. Apuntes de una historia imposible”, *Revista de Arquitectura*, n° 194, Sociedad Central de Arquitectos, Buenos Aires, septiembre, pp. 30-35.
- CERDÁ, I. (1867), *Teoría General de la Urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona*, Imprenta Española, Madrid.
- CHOAY, F. (1970), *El Urbanismo, utopías y realidades*, Editorial Lumen, Barcelona.
- CHOAY F. y P. MERLIN (1988), *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, PUF, París.
- CHUECA GOITIA, F. (1985), *Breve historia del urbanismo*, Alianza Editorial, Barcelona, p. 217 y ss.
- GEDDES, P. (1960), *Ciudades en Evolución*, Infinito, Buenos Aires [Londres, 1915].
- GLICK, T. (1994), “Ecología urbana y administración municipal inglesa en el siglo XIX: Desde Chadwick hasta la junta de obras metropolitana”, en *Ciudad y Territorio*, n° 99, primavera, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid.
- GRAVAGNUOLO, B. (1998), *Historia del urbanismo en Europa, 1750-1960*, Akal Arquitectura, Madrid.
- LE CORBUSIER, C. (1954), *Carta de Atenas*, edición de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires [París, 1942].
- _____ (1999), *La casa del hombre*, Apóstrofe, Barcelona [París, 1942].
- LYNCH, K. (1966), *La imagen de la ciudad*, Infinito, Buenos Aires [Boston, 1960].
- _____ (1967), “La ciudad como medio ambiente”, en *Scientific American*, *La ciudad*, Alianza Editorial, Madrid [Revista *Scientific American*, septiembre de 1965].

- _____ (1985), *La buena forma de la ciudad*, Gustavo Gili, Barcelona.
- MOURA, R. (2001), “Regulación de uso del suelo urbano: discusión sobre el caso de Curitiba, en *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, nº 3, Editora da UFPR, Curitiba, pp. 115-124.
- MORRIS, A. (1984), *Historia de la forma urbana. Desde sus orígenes hasta la Revolución Industrial*, Gustavo Gili, Barcelona.
- MUMFORD, L. (1959), *La cultura de las ciudades*, Emecé, Buenos Aires [Nueva York, 1938].
- _____ (1979), *La ciudad en la historia*, Infinito, Buenos Aires, 2 tomos [Nueva York, 1961].
- POËTE, M. (1958), *La città antica*, Rizzoli, Milano [París, 1929].
- SENNETT, R. (1997), *Carne y Piedra. El cuerpo y la ciudad en la civilización occidental*, Alianza Editorial, Madrid.
- TORRES, H. (1996), “El origen interdisciplinario de los estudios urbanos”, *Documento de trabajo nº 2*, Seminario Internacional Vaquerías, Córdoba.

3. Historia de las ciencias. Ecología, ambiente y ciudad

- ACOT, P. (1990), *Historia de la ecología*, Taurus, Madrid.
- BACON, J. (2001), *Apuntes de Ecología*, Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Edición Electrónica, Ciudad de Durango, México. <[www. EcoApuntes.homestead.com/index](http://www.EcoApuntes.homestead.com/index)>.
- BAIGORRI, A. (1990), *Trayectoria histórica de la Ecología Humana y del Ecologismo*, Edición Electrónica, Badajoz.
- <www.fortunecity.com/victorian/carmelita/379/papers/ecologia.htm>
- _____ (1995), “Del urbanismo multidisciplinario a la urbanística transdisciplinaria”, en *Ciudad y Territorio*, nº 104, verano, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid.
- BOWLER, P. (1998), *Historia Fontana de las ciencias ambientales*, Fondo de Cultura Económica, México.
- DI PACE, M., S. FEDEROVISKY, J. E. HARDOY y S. MAZZUCCHELLI (1992), *Medio ambiente urbano en la Argentina*, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.

- DI PACE, M. y H. CARIDE (1997), *Guía Metodológica de Capacitación en Gestión Ambiental Urbana para Organismos No Gubernamentales de América Latina y el Caribe*, Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Nueva York.
- FERNÁNDEZ, R. (1999), *La naturaleza de las metrópolis*, UGyCAMBA, FADU, UBA, Buenos Aires.
- _____ (2000), *La Ciudad Verde. Teoría de la Gestión Ambiental Urbana*, Espacio Editorial, Buenos Aires.
- HARDOY, J. E. y D. SATTERTHWAITE (1987a), *Las ciudades del tercer mundo y el medio ambiente de la pobreza*, GEL, IIED-AL, Buenos Aires.
- _____ (1987b), *La ciudad legal y la ciudad ilegal*, GEL, IIED-AL, Buenos Aires.
- IRRAZÁBAL, C. (2005), *City Making and Urban Governance in the Americas: Curitiba and Portland*, Ashgate Publishing, Londres.
- LEFF, E. (coord.) (2000), *La complejidad ambiental*, Siglo XXI, PNUMA, México.
- PAIVA, V. (2001), “Medio Ambiente y Ecología: Estado del Arte sobre la Bibliografía referida a la Historia Ambiental”, en *El Medio Ambiente desde las Profesiones de la Ciudad - Concepciones y Prácticas de Intervención. 1850-1915*, Tesis de Maestría, inédita.
- _____ (2002), “Medio Ambiente Urbano: Una mirada desde la historia de las ideas científicas y las profesiones de la ciudad. Buenos Aires 1850-1915”, en *Revista de Urbanismo*, n° 3, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, enero. <www.revistaurbanismo.uchile.cl/n3/indice.html>.
- ROSTAND, J. (1985), *Introducción a la historia de la biología*, Planeta, Buenos Aires [París, 1945].
- VITRUVIO, M. L. (1997), *Los Diez Libros de la Arquitectura*, Iberia, Madrid (texto del siglo I d.C.).

Capítulo 5

Economía y Ecología

*Federico Zuberaman
Carlos Alberto Ruggerio*

Aquél era otro mundo dentro de la ciudad canalla que él conocía, otro mundo para el que ahora su corazón latía con palpitaciones lentas y pesadas. Deteniéndose, observaba los garajes lujosos como patenas, y los verdes penachos de los cipreses en los jardines, defendidos por murallas de cornisas dentadas, o verjas gruesas capaces de detener el ímpetu de un león. La granza roja serpenteaba entre los óvalos de los canteros verdes.

Roberto Arlt, *Los Siete Locos*

Introducción

En capítulos anteriores se ha hecho mención al enfoque de sistemas complejos al que apelamos desde la Ecología Urbana para estudiar la ciudad. Desde este será posible identificar tres subsistemas fundamentales: el subsistema biofísico, que constituye el soporte natural (biodiversidad, agua, suelo, atmósfera) y construido (infraestructura, viviendas, industrias y otros) para el desarrollo de las actividades del hombre, el subsistema político-institucional, que contiene las instancias de gestión y de toma de decisiones (el Estado, las ONG, los organismos internacionales, entre otros) y el subsistema socioeconómico, que engloba una diversidad de procesos de flujo de materiales, energía e información motorizados por el hombre. En este esquema se evidencia que la componente económica tiene una fuerte injerencia sobre el ambiente urbano.

Ahora bien, ¿qué es la Economía? A veces suele mezclarse la idea de economía como aquel conjunto de procesos reales que ocurren en una sociedad

(cuando oímos, por ejemplo, “la economía anda bien”) con la Economía como ciencia, disciplina o método que intenta estudiar estos procesos. Parte de esta ambivalencia proviene de que la ciencia económica es entendida a la vez como ciencia positiva, cuando estudia cómo se dan los procesos económicos, y como ciencia normativa, cuando pretende dar recomendaciones o prescripciones sobre cómo intervenir en esos procesos (cuando oímos, por ejemplo, “esto no es económicamente viable”). Esta última vertiente es, lógicamente, la que genera mayores polémicas pero, a veces, las discusiones también se pueden dar en la anterior.

Para clarificar, desde una perspectiva amplia, podemos decir que el objeto de estudio de la ciencia económica está formado por los procesos de producción, intercambio, distribución, circulación y consumo de bienes y servicios orientados a satisfacer las necesidades humanas. Aunque, en rigor, cada escuela económica propone una construcción de significado distinta, basándose en marcos teóricos diferentes, con postulados implícitos que muchas veces resultan antagónicos. Así, el pensamiento marxista entenderá a la Economía como las relaciones sociales y materiales de producción y centrará su análisis en las leyes que rigen tales procesos;¹ la escuela marginalista, predominante en la matriz del pensamiento neoclásico, en cambio, entenderá a la Economía como “la ciencia que estudia la conducta humana como una relación entre fines y medios limitados que tienen usos alternativos” tal como lo propuso Lionel Robbins² en 1932; la escuela sustantivista, por su parte, tendrá una visión de la Economía como un proceso institucionalizado, remitiendo a la relación entre el hombre y su entorno natural y social para satisfacer sus necesidades a través de distintos tipos de instituciones y prácticas que las sociedades generan.³ Como veremos más adelante, encontramos en esta última una buena aproximación a la definición de la Economía Ecológica como una “ciencia de gestión de la sustentabilidad”.⁴

¹ Cfr. Engels, Friedrich (2003), “Contribución a la Crítica de la Economía Política de Karl Marx”, en Marx, Karl, *Contribución a la Crítica de la Economía Política*, Siglo XXI, México, pp. 333-346.

² Robbins, Lionel (1951), *Ensayo sobre la naturaleza y significación de la ciencia económica*, Fondo de Cultura Económica, México, p. 39.

³ Cfr. Polanyi, Karl (1976), “La economía como proceso institucionalizado”, en Godelier, M. (compil.), *Antropología y Economía*, Anagrama, Barcelona. Véase también Coraggio, José Luis (2011), “Principios, instituciones y prácticas de la Economía Social y Solidaria”, en Coraggio, J. L., *Economía social y solidaria. El trabajo antes que el capital*, Abya Yala Ediciones, Quito, pp. 345-400.

⁴ Según definición realizada en la I Conferencia Internacional de Economía Ecológica en 1990, cuyas memorias quedaron consignadas en el libro de Robert Costanza (1991) que lleva por título “Ecological Economics: the science and management of sustainability”. Esta definición es

Tales diferencias implican no solo una comprensión diferente de los procesos económicos, sino que también dan lugar a distintos métodos de intervención y de gestión que impactan profundamente en la construcción de la ciudad, en sus formas de producción, en las relaciones sociales y en la calidad de su ambiente.

Teniendo presente lo anterior, en este capítulo se intentará revisar los rasgos sobresalientes de las diferentes teorías que han vinculado la Economía con la Ecología, caracterizar las principales escuelas económicas en pugna en la actualidad, para finalmente relacionarlas con aquellas que estudian las implicancias que tienen los procesos económicos en la reproducción urbana y, especialmente, en su relación con la Ecología Urbana.

5.1. Economía y Naturaleza en el pensamiento económico moderno occidental

Rastrear el recorrido del vínculo entre la economía y la naturaleza, nos llevaría propiamente a la escisión de *lo económico* como campo de conocimiento autónomo. Suele postularse que *La riqueza de las Naciones* de Adam Smith, en 1776, es el punto de partida de la Economía como ciencia. Esto implica dos cuestiones. Por un lado, que aún en ese momento seguía siendo algo imprecisa la separación entre la economía y ese amplio y difuso campo original de conocimientos que abarcaba reflexiones filosóficas, morales y cuestiones netamente físicas y terrenales. Por otro lado, que si bien este momento es caracterizado como el origen de la ciencia económica, la Modernidad ya contaba con algunos antecedentes en su breve pero rica tradición de pensadores. En esa “prehistoria” de la Economía, la naturaleza estuvo muy presente.

Una de las primeras discusiones la podemos encontrar entre el pensamiento económico *mercantilista* de los siglos XV al XVII y la escuela de los *fisiócratas* franceses del siglo XVIII. La primera corriente, aparecida en el contexto de la expansión colonialista, notaba que la generación de riqueza se daba gracias a la expansión del comercio exterior de exportación de manufacturas y a la acumulación de cantidades de oro y plata. Por el contrario, la corriente fisiocrática (del griego *Phisis*=Naturaleza y *Kratos*=Gobierno), liderada por François Quesnay, entendía que la actividad central de la economía era la agricultura, pues era la única actividad que, en efecto, arrojaba un producto neto, relegando a la

también tomada por Naredo, José Manuel (1992), “Fundamentos de Economía Ecológica”, *IV Congreso Nacional de Economía, Desarrollo y Medio Ambiente*, diciembre, Sevilla.

manufactura y al comercio al simple hecho de transformar y distribuir lo que ya había sido generado. Es decir, que la actividad económica se sustentaba en el poder creador de la Naturaleza y de su única clase productiva: los agricultores. No era errada la percepción que tenían los fisiócratas, si pensamos que la agricultura es la única actividad que puede generar un balance energético positivo, dado su basamento productivo en organismos autótrofos. Pero, por supuesto, no tiene sentido si nos detenemos en la cuestión del valor.⁵

Fue justamente la cuestión del valor la que movilizó a los economistas clásicos, y tal vez sea allí donde comienza a aparecer cierta omisión respecto al vínculo Economía-Naturaleza. Aunque, en rigor, el lugar de la naturaleza y la reflexión sobre los límites físicos al crecimiento económico, no estuvieron ausentes entre los economistas clásicos, pocas veces fue considerada de manera explícita. El pensamiento de David Ricardo, por ejemplo, centrado en el análisis de la teoría del valor y de la renta, permitió gran parte de los desarrollos teóricos contemporáneos de la economía ambiental sobre la valoración del ambiente. Asimismo, la cuestión del límite al crecimiento aparece en Ricardo en la formulación de la ley de rendimientos decrecientes, y en Thomas Malthus, al advertir desde una perspectiva tal vez determinista que el crecimiento poblacional superaría al crecimiento de la oferta de alimentos.⁶ Pero sus marcos teóricos partían del supuesto de que la tierra era solamente un factor de producción, definido como indestructible e inagotable, dado que en aquella época había vastas extensiones de tierra y de recursos sin utilizar. Queda claro, entonces, que el interés por la naturaleza en el análisis económico no pasaba por la preocupación del deterioro ambiental, sino únicamente porque ello podía representar un límite físico al crecimiento económico.

Llama la atención que encontrándose inmersos en plena Revolución Industrial –con todas sus implicancias ambientales e higiénicas, tales como explosión de la población urbana, condiciones de hacinamiento, creciente quema de combustibles fósiles, entre otras– los economistas clásicos se hayan desligado de la cuestión ambiental. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la incipiente fe en el progreso de la ciencia y, sobre todo, la búsqueda incuestionable del crecimiento económico-material ilimitado, hayan, tal vez, morigerado tal preocupación.

⁵ Cfr. Rubin, Isaac Ilich (1979), *A history of Economic Thought*, Pluto Press, London, y Ramos Gorostiza, José Luis (2005), “Medio natural y pensamiento económico: historia de un reencuentro”, en *Principios: Estudios de Economía Política*, nº 2, pp. 47-70.

⁶ Cfr. Naredo, José Manuel (1996), *La Economía en Evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Siglo XXI, Madrid, Cap. V, pp. 132-134.

El pensamiento de Karl Marx también formaba parte de ese imaginario en el que progreso significaba crecimiento ilimitado, desarrollo económico y emancipación de los límites que imponía la naturaleza. Sin embargo, si bien el centro de su análisis teórico, siguiendo los pasos ricardianos, estuvo en la teoría del valor-trabajo, su crítica al sistema capitalista sentó las bases teóricas de lo que posteriormente sería el análisis del metabolismo social. Pero Marx y los posteriores pensadores marxistas centraron sus análisis en las relaciones capital-trabajo, relegando el estudio del vínculo entre las sociedades y su medio natural, por lo menos hasta la aparición de los trabajos de James O'Connor y Elmar Altvater, que han dado inicio a una importante y renovada corriente ecológica dentro del marxismo.⁷

A partir de las últimas décadas del siglo XIX la Economía Política, que abarcaba las discusiones mencionadas anteriormente, dejará de ocupar el lugar central. La continuación del pensamiento de Smith y de Ricardo dejará a un lado la discusión sobre la teoría del valor, sosteniendo la idea de que el mercado es el mecanismo regulador óptimo de la sociedad. En este contexto emerge la vertiente neoclásica de la economía, basándose en el supuesto de que el ser humano es un ser racional que busca el máximo beneficio individual (el llamado “homo economicus”), y es a través del mecanismo de oferta y demanda regulado por la competencia (“la mano invisible del mercado” según Smith) que se logrará el máximo beneficio para la sociedad.

Desde esta vertiente se pensará entonces a la Economía como la elección entre medios escasos ante fines alternativos, y tomarán protagonismo los análisis *marginalistas* y la elaboración de modelos matemáticos. Asimismo, la introducción de la noción de *capital* como factor último de la producción, capaz de sustituir a la tierra y el trabajo, y la profundización de la fe ilimitada en el progreso técnico para encontrar sustitutos de los bienes de producción, terminó por relegar la cuestión ambiental a su mínima expresión en el sistema económico.⁸

Es curioso señalar que los críticos más importantes de este divorcio entre economía y naturaleza no serían justamente economistas. Sergei A. Podolinsky, físico, Patrick Geddes, biólogo y urbanista, o Frederick Soddy, químico, fueron algunos de los que intentaron advertir a los economistas de la época la importancia de pensar el vínculo entre la economía y las leyes que regían el comportamiento de la naturaleza, tales como los límites al crecimiento o las leyes de la termodinámica.

⁷ Ver O'Connor, James (1988), “Capitalism, Nature, Socialism: A Theoretical Introduction”, en *Capitalism, Nature, Socialism. A Journal of Socialist Ecology*, n° 1, otoño y (2001), *Causas Naturales: ensayos sobre marxismo ecológico*, Siglo XXI, México; también, Altvater, Elmar (1989), “Ecological and Economic Modalities of Time and Space”, en *Capitalism, Nature, Socialism, A Journal of Socialist Ecology*, n° 3, USA.

⁸ Cfr. Naredo, José Manuel, *op. cit.*, supra, nota 7.

Si bien esta nueva orientación de la Economía nunca llegó a ocuparse del rol de la naturaleza, muchas de sus metodologías fueron posteriormente tomadas por la denominada Economía Ambiental. Su objeto de estudio quedó delimitado a lo apropiable, lo producible, lo valorable e intercambiable, y la cuestión ambiental fue tratada de modo marginal, solo en los casos en que los bienes y servicios ambientales tuvieran valor económico. En este sentido, los aportes de Pigou en 1920, desde la *economía del bienestar*, y más tarde los de Coase (1960)⁹ fueron los más significativos, aunque, en rigor, ninguno de los dos analizó el problema por una manifiesta sensibilidad ecológica ni tampoco por un interés en esclarecer el vínculo entre Economía y Naturaleza. La cuestión ambiental se desprendía de algunos temas tratados por ambos, tales como las fallas del mercado, las externalidades, el costo social y los derechos de propiedad. Si bien estos dos autores diferían en sus posiciones con respecto al rol del Estado y las propuestas de controles ambientales a aplicar, básicamente se manejaron dentro de la misma línea de pensamiento, valorando monetariamente los perjuicios ambientales, e intentando buscar niveles óptimos de producción.

Hasta la década de 1960 no habría avances en el análisis de la cuestión ambiental desde la economía. El único aporte destacable anterior a este período, tal vez haya sido el de Karl Polanyi (1947), perteneciente a la *Escuela Sustantivista*,¹⁰ quien cuestionaba la insostenibilidad de la economía de mercado y la sociedad industrial por tratar a la tierra, el trabajo y el dinero como simples mercancías (él las llamó “mercancías ficticias”), libradas al juego de la oferta y la demanda.¹¹

La década de 1970 ofreció a los economistas sobrados motivos para volcarse a repensar el papel de la Naturaleza en la Economía. Por un lado, grandes y graves problemas ambientales se hacían evidentes, tanto a escala local como global. Por otro, se registraron dos hitos importantes: uno, el informe Meadows de 1972,¹² que con proyecciones de crecimiento poblacional, de demanda y oferta en la producción, alertaba sobre la imposibilidad de continuar con tales ritmos de crecimiento, y el otro, la crisis del petróleo, que dejó en evidencia la

⁹ Cfr. Coase, Ronald (1960), “The Problem of Social Cost”, en *Journal of Law and Economics*, Universidad de Chicago.

¹⁰ Ver Polanyi, Karl (1994), *Nuestra obsoleta mentalidad de mercado*. Publicado originalmente en 1947, en *Commentary* 13, pp. 109-117. Esta versión proviene de Polanyi, Karl (1980), *Economie primitive, arcaïche e moderne*, Giulio Einaudi editore, Turín.

¹¹ Cfr. Polanyi, Karl (1992), *La Gran Transformación*, Fondo de Cultura Económica, México, cap. 6, pp. 121-134.

¹² Cfr. Meadows y otros (1972), *The limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Universe Books, New York.

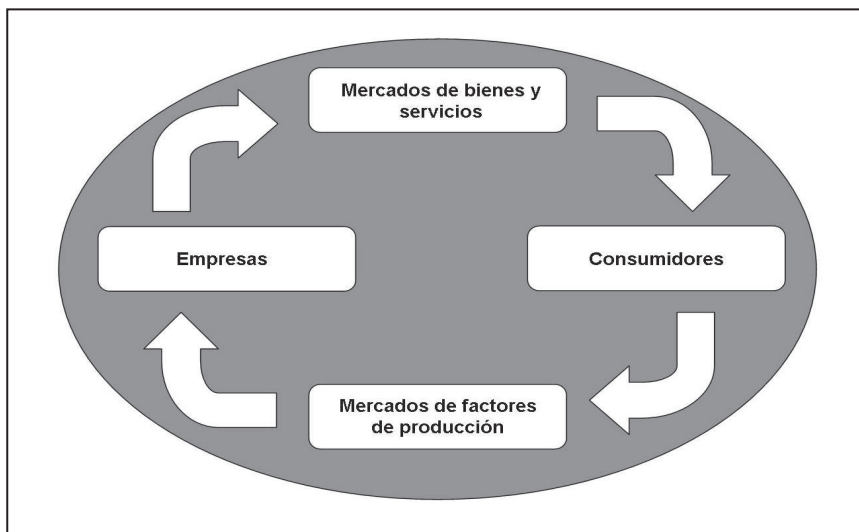
dependencia de las sociedades por sus recursos naturales. A partir de esta década la aproximación a la cuestión ambiental desde la economía tiene básicamente dos enfoques preponderantes, el de la *Economía Ambiental* y el de la *Economía Ecológica*. Si bien estos enfoques tienen muchos puntos de contacto, y muchas veces los adeptos a una de estas corrientes suelen utilizar herramientas de la otra, es posible establecer una clara diferenciación entre sus núcleos de pensamiento y en sus metodologías.

5.2. Economía Ambiental y Economía Ecológica

Economía Ambiental

La Economía Ambiental, un apéndice de la tradición neoclásica, analiza el sistema económico como un circuito en el que las unidades de consumo ofrecen los factores de la producción –tierra, trabajo y capital– a las unidades de producción, las cuales a su vez retribuyen monetariamente esos factores mediante el pago de renta, salario e interés. Con esos ingresos, los consumidores acuden al mercado para adquirir bienes y servicios que satisfagan sus necesidades (ver **Figura 5.1**).

Figura 5.1. Circulación de bienes y servicios según la economía neoclásica



Fuente: Elaboración propia en base a Martínez Allier y Roca Jusmet, 2001.

Desde esta visión, el mercado funciona como el mejor mecanismo para equilibrar y optimizar la economía. Como cada individuo busca su máximo beneficio personal es a través de la libre competencia que la sociedad podría llegar a un equilibrio general donde prime el interés común. En ese esquema, la oferta y la demanda lograrían equilibrarse de la manera más eficiente a través del sistema de precios. Sin embargo, para poder llegar a este supuesto equilibrio competitivo y eficiente, es necesario que se den una serie de condiciones, tales como ausencia de incertidumbre, mercados para todos los bienes, derechos de propiedad claramente definidos, imposibilidad de los agentes de influir sobre el mercado, o ausencia de externalidades. Cuando estas condiciones no se cumplen se habla de fallas del mercado y resulta necesaria la intervención de un agente regulador como lo es el Estado. Ahora bien, es en esas fallas del mercado donde las cuestiones ambientales cobran mayor relevancia. Los derechos de propiedad, las externalidades y el costo social fueron los temas desarrollados primero por Pigou y luego por Coase,¹³ que dieron el fundamento inicial al enfoque de la Economía Ambiental.

Se habla de *externalidades* cuando la producción o el consumo de un bien provocan un efecto directo (positivo o negativo) sobre otro consumidor o productor que no participa en su compra ni en su venta. Esos efectos no se reflejan en precios de mercado, y por lo tanto, no están incluidos en los costos ni en los beneficios de quien los genera. Un sencillo ejemplo ilustrativo sería el de una industria que vierte sus efluentes contaminantes aguas arriba de otra industria que utiliza el agua de ese curso fluvial en su proceso productivo. La segunda empresa estará recibiendo una externalidad negativa de parte de la primera, y de no considerarse el costo que esta externalidad genera, se estaría subestimando el costo social del proceso. La herramienta básica que propone la Economía Ambiental para abordar este conflicto es cuantificar monetariamente tales costos. En este caso, sería el costo en el que debe incurrir la segunda empresa para poder utilizar el agua, o bien, el costo en el que debe incurrir la primera en purificar los efluentes vertidos sin tener incidencia en la calidad del agua que toma la segunda empresa. A partir de allí es posible realizar un cálculo de costo-beneficio y encontrar la solución óptima desde el punto de vista social. En este ejemplo el óptimo social sería el de las dos empresas únicamente, pero es posible ampliarlo y pensar en muchas empresas que tienen efecto sobre una población entera. A partir de allí, reconociendo la importancia del costo social, se puede pensar en mecanismos legales para alcanzar ese óptimo, tales como

¹³ Cfr. Coase, R., *op. cit.*, supra, nota 10.

prohibición de los contaminantes, establecimiento de umbrales máximos de vertido, impuestos al contaminador, o licencias de contaminación.

Sin embargo, es muy frecuente que los derechos de propiedad no estén claramente definidos. Dado que no todos los bienes y servicios tienen propietarios establecidos y existen los denominados *bienes públicos*, no es posible su introducción en el mecanismo de mercado (que según esta teoría es el que los conduciría a una utilización óptima y equilibrada). Gran parte de estos bienes y servicios que no pasan por el mercado son los bienes y servicios ambientales. La Economía Ambiental, entonces, propone como solución establecer derechos de propiedad claros y crear mercados para ellos. Así, los recursos agua, aire y suelo, los servicios prestados por bosques, manglares, océanos y otros ecosistemas, los minerales, e incluso la propia contaminación, serán escrutados por distintas formas de evaluación crematística, que permitirán asignarles un valor monetario, dando a las empresas y consumidores la posibilidad de comprar y vender, confiando en que las mismas leyes de la oferta y la demanda, y el sistema de precios, actuarán para mantener el equilibrio planetario. Desde este posicionamiento se argumenta que el deterioro de los recursos naturales se da, justamente, porque la gran mayoría de los bienes y servicios que presta la naturaleza son gratuitos. Se aduce también que, en algunos casos, puede haber recursos naturales que lleguen a niveles de agotamiento, pero que con el tiempo se podrán encontrar sustitutos sintéticos,¹⁴ los cuales, además, serán económicamente más eficientes. Por otro lado, se prevé la utilización de distintas estrategias para conservar aquellos recursos que no puedan reemplazarse, y medios económicos para revertir el daño ambiental provocado. El dato curioso a señalar es que estas ideas no solo son apoyadas por economistas: la Sociedad Norteamericana de Ecología manifestó en 1997 la importancia de que los servicios ambientales coticen en los mercados formales. Argumentaban que, de esta manera, se permitiría generar recursos económicos, y obtener, a través de los precios, un indicador de su disponibilidad o condición.¹⁵

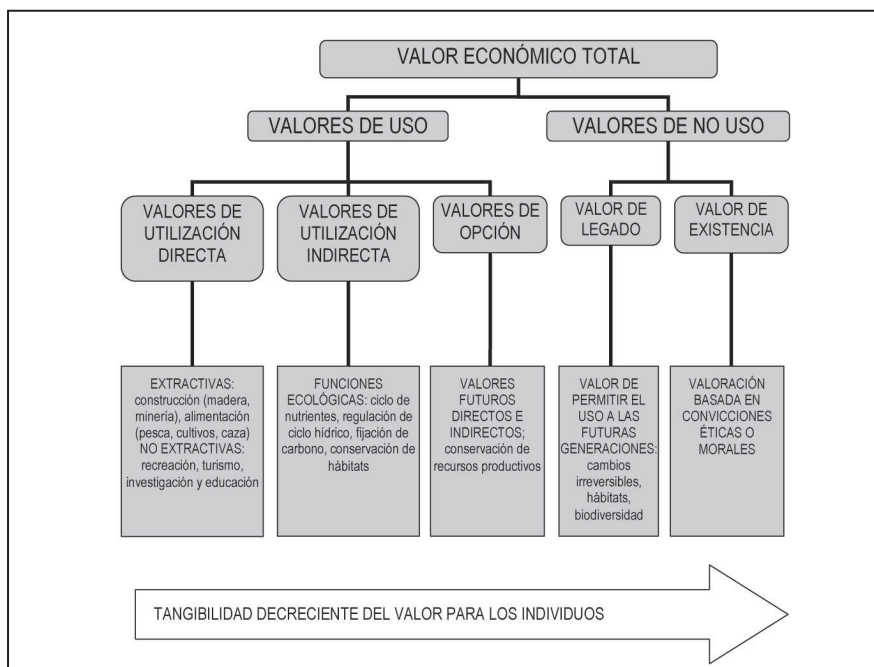
Los métodos que ha desarrollado la Economía Ambiental para valorar monetariamente los bienes y servicios ambientales, así como las externalidades de sus procesos productivos, incluyen diversas metodologías. Estas son de amplia aplicación en la formulación de proyectos, y han sentado precedentes en la resolución de conflictos ambientales. Es importante remarcar que estos métodos reconocen la existencia de valores de uso y no uso, valores de existencia y de

¹⁴ El denominado “capital artificial”, por oposición al “capital natural”.

¹⁵ Ecological Society of America, 1997.

legado (ver **Figura 5.2**). Para poder realizar tales cuantificaciones se utilizan distintas herramientas metodológicas, entre las que se destacan, comúnmente, el método de los precios hedónicos, la valoración contingente y el método del coste de viaje.¹⁶

Figura 5.2. Composición del valor económico total



Fuente: Elaboración propia en base a Toledo, A., 1998, Cap III, pp. 47-103.

Economía Ecológica

Importantes pensadores de distintas disciplinas han elaborado una fuerte crítica al esquema de pensamiento en el que se sustentan las metodologías de la Economía Ambiental. El primer cuestionamiento teórico radica en el hecho de que las generaciones futuras no participan en los mercados y sus mecanismos de regulación. Además, es claro que en la actualidad no se da el supuesto básico

¹⁶ Para un desarrollo en profundidad de estos temas véase Martínez Alier, Joan y Jordi Roca Jusmet (2001), *Economía ecológica y política ambiental*, Fondo de Cultura Económica, México.

de igualdad de condiciones para todos los actores que acuden al mercado. Hoy, cuando se habla de mercados de carbono entre naciones, por ejemplo, hay países con mayores condiciones de poder en las instancias de negociación mundial.

Al contrario de lo que propone el núcleo del pensamiento predominante de raíz neoclásica, desde una concepción ecológica¹⁷ no es posible separar la economía de la naturaleza, sino que debe considerarse que forman un sistema abierto que intercambia materia, energía e información con su entorno, y sus elementos constitutivos van más allá de la definición de bienes y servicios que circulan en mercados, sino que estos forman un todo interrelacionado e interdependiente. Se sabe que muchos procesos ecológicos, a pesar de los avances que se logren en materia científica y tecnológica, están sujetos a un alto grado de incertidumbre, y son esencialmente inconmensurables. Aspectos ecológicos como la capacidad de carga de los ecosistemas para asimilar residuos, la tasa de explotación que puede aplicarse sobre un recurso natural dado sin llegar a su agotamiento, la imposibilidad de llevar un ecosistema alterado a sus condiciones anteriores, y las consecuencias negativas del creciente uso de sintéticos para reemplazar materiales y procesos naturales, son algunos ejemplos de ello.

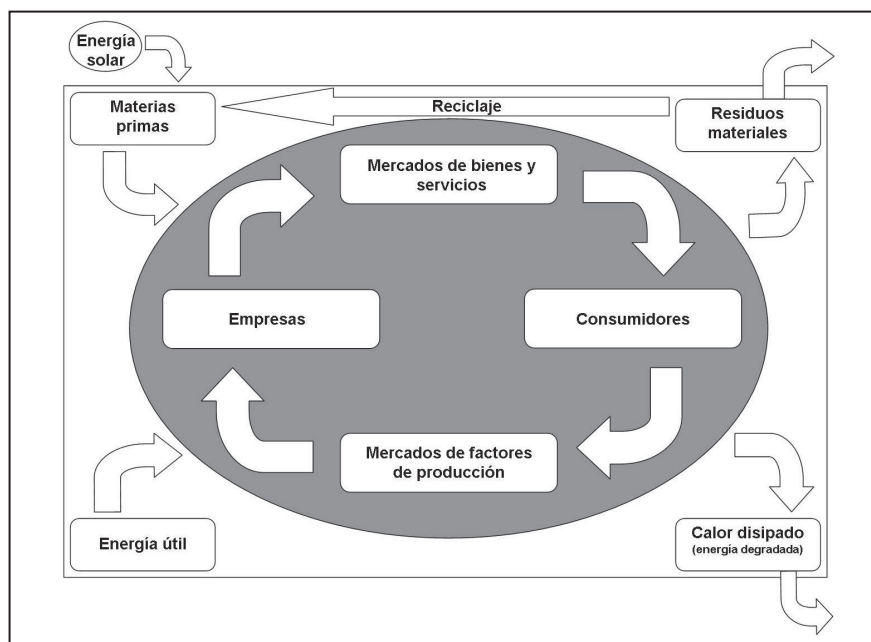
En tales casos, la valoración monetaria resultaría cuestionada, y esto lo afirman no solo los ecólogos, sino también algunos de los economistas pertenecientes a la otra escuela. El propio Coase reconoció ese condicionamiento a su idea de valorar económicamente las externalidades. Podría decirse que el principal problema con el enfoque de la economía ambiental es la idealización o super-simplificación de la naturaleza. Esta limitación se evidenciaba en el esquema de la **Figura 5.1** (usualmente citado en los textos de economía), donde la Economía es considerada un circuito cerrado, escindido de la naturaleza que, a su vez, es considerada como una fuente inagotable de recursos para la producción y para la disposición de residuos y contaminantes.

La Economía Ecológica advierte que en realidad nos encontramos frente a un sistema abierto, con intercambio de materia y energía, donde la energía solar es la fuente principal de recursos, y donde se generan dos tipos de residuos: la energía como calor disipado (segunda ley de la termodinámica) y los residuos materiales, que mediante el reciclaje pueden ser solo parcialmente re-utilizados (véase **Figura 5.3**).

¹⁷ Al referirse a una “concepción ecológica” no se restringe la discusión a los aportes de la Ecología como disciplina, sino que se asume una visión interdisciplinar que tiene como base Epistemológica la Ecología.

Desde este enfoque, ciertos atributos de la naturaleza no pueden sustituirse por capital artificial, y dado el alto grado de incertidumbre asociado a las perturbaciones antrópicas, debe primar el principio de precaución frente a la lógica economicista de la teoría neoclásica. Esto no implica tomar una posición conservacionista respecto a la naturaleza, relegando al hombre y sus actividades, sino que se entiende que la reproducción de la vida del ser humano depende de revertir la tendencia creciente del deterioro ambiental planetario. Desde esta óptica también se cuestiona el hecho que las tasas de interés del mercado sean considerablemente más elevadas que las tasas de reposición de la naturaleza,¹⁸ y se rechazan los análisis monocriteriales de decisión basados en la valoración monetaria. En ella caben sistemas de evaluación multicriterio, donde deben tener lugar múltiples lenguajes de valoración, que consideren las especificidades étnicas y culturales.¹⁹ Los indicadores biofísicos resultan tan importantes, o más, que los precios generados por el mercado.

Figura 5.3. Sistema económico según la Economía Ecológica



Fuente: Elaborado a partir de Martínez Allier y Roca Jusmet, 2001.

¹⁸ Cfr. Costanza, Robert (1999), *Ecological Economics. The science and management of sustainability*, Columbia Press, New York.

¹⁹ Cfr. Martínez-Alier, Joan (2009), "Social Metabolism, Ecological Distribution Conflicts, and Languages of Valuation", en *Capitalism Nature Socialism*, vol. 20, n° 1, pp. 58-87.

La Economía Ecológica, finalmente, estudia desde un enfoque reproductivo las condiciones sociales o de distribución de patrimonios e ingresos temporales y espaciales, para que la economía que toma recursos y descarta residuos encaje en los ecosistemas.²⁰ Así, se reconoce la existencia de un sistema sociocultural en el cual está inmerso el sistema económico que, a su vez, se sustenta en un sistema natural.²¹

5.3. La economía de las ciudades latinoamericanas y su impacto ambiental

Como se mencionó anteriormente, la ciudad contemporánea es una construcción en la que los procesos económicos tienen un rol sustantivo, y son los que motorizan la circulación de materia, energía e información, como se ha ilustrado en la visión del sistema económico propuesto por la Economía Ecológica. El funcionamiento de este sistema económico y su reflejo en la dinámica y la determinación de las ciudades vienen siendo abordados desde distintas ópticas. Desde la caída del fordismo, y del keynesianismo como régimen de acumulación y modo de regulación dominante,²² se ha experimentado un proceso de reorganización, reestructuración y reconfiguración del capitalismo mundial.²³ Este nuevo orden, que varios autores han denominado “globalización”, se ha caracterizado principalmente por una mayor flexibilidad y movilidad del capital, y una constante renovación del acervo tecnológico. Dicha transformación no solo se expresa en nuevas relaciones capital-trabajo-naturaleza, sino que además tiene sus expresiones territoriales en las ciudades. Manuel Castells (2001) sostiene que en esta *nueva economía* basada en una muy alta productividad, generada a partir del conocimiento y la información, y articulada en redes de

²⁰ Cfr. Martínez-Allier, Joan (1995), *De la economía ecológica al ecologismo popular*, Ecoteca Nordan-Icaria, Barcelona, p. 33.

²¹ Cfr. Pengue, Walter (2008), *La Economía Ecológica y el desarrollo en América Latina*, Fronteras. Gepama-FADU-UBA, año 7, n° 7, pp.11-32.

²² En términos analíticos de Lipietz, Alain (1994), “El posfordismo y sus espacios. Las relaciones capital-trabajo en el mundo”, *Serie de seminarios Intensivos de Investigación*, Documento de trabajo n° 4, CEIL-PIETTE del CONICET, Buenos Aires.

²³ Cfr. Arrighi, Giovanni (2001), “La globalización, la soberanía estatal y la interminable acumulación del capital”, en Arrighi, G. y B. Silver, *Caos y orden en el sistema mundo-moderno*, Akal, Madrid.

manera global, las ciudades son claves como productoras en los procesos de generación de riqueza. Pero dado que esta extraordinaria capacidad de generación de riqueza se da a partir del desarrollo de redes entre empresas extremadamente competitivas, desligadas del interés público, del bien común, sin ninguna referencia a valores sociales más amplios, más colectivos o no capitalizables en el mercado —como pueden ser la conservación de la naturaleza o la identidad cultural—, también le atribuye a las ciudades la capacidad social de corregir los efectos desintegradores y destructores de este proceso.²⁴ Al respecto, Saskia Sassen (2007) señala la reconfiguración de algunas de las ciudades más importantes del mundo como enclaves de la reproducción del capital global. En esa reconfiguración se evidencia una desarticulación parcial del espacio nacional y de la jerarquía tradicional de escalas centrada en lo nacional, donde la ciudad queda anidada entre lo local y lo regional. Nueva York, Londres, Tokio, París, Frankfurt, Zurich, Ámsterdam, Los Ángeles, Sidney y Hong Kong, principales centros financieros del mundo, son enclaves de concentración de inmenso poder económico, cuyos centros y áreas comerciales de las áreas metropolitanas reciben enormes inversiones en materia inmobiliaria y de comunicaciones.²⁵

Frente a estos análisis, focalizados principalmente en las ciudades del capitalismo central, debemos destacar que las ciudades de los países de la periferia, y en particular las de América Latina, poseen una heterogeneidad estructural en sus economías que marcan significativas diferencias y especificidades, las cuales han merecido un análisis propio y particular. Uno de los primeros abordajes en este aspecto fue originado en los trabajos sobre informalidad de Víctor Tokman (1976), y seguido por varias corrientes de autores.²⁶ Este enfoque, centrado en las características del empleo, distingue dos tipos de sectores: el formal y el informal, donde este último es el que estaría caracterizado por microempresas de baja capitalización, bajo nivel tecnológico, ingresos mínimos,

²⁴ Cfr. Castells, Manuel (2001), “La Ciudad de la Nueva Economía”, en *Papeles de Población*, enero-marzo, n° 27, Universidad Autónoma del Estado de Toluca, México, pp. 207-221.

²⁵ Cfr. Sassen, Saskia (2007), “El orden social de la ciudad global”, en Sassen, Saskia, *La Ciudad Global*, Eudeba, Buenos Aires.

²⁶ Ver Tokman, Víctor (1976), “Dinámica del mercado de trabajo urbano: el sector informal en América Latina”, en *Revista Internacional del Trabajo* y (2001) “De la informalidad a la modernidad”, en *Boletín CINTERFOR*, 155; Cimoli *et al.* (2005), “Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina”, en Cimoli, M. (ed.), *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, CEPAL, y (2006) “Un modelo de bajo crecimiento: la informalidad como restricción estructural”, en *Revista de la CEPAL*, n° 88; Portes y Halles (2001), “La economía informal”, en *Serie Políticas Sociales*, n° 100, CEPAL, Santiago de Chile.

falta de reconocimiento legal, bajas barreras a la entrada y salida del mercado, y bajo crecimiento.

Desde una óptica diferente, Milton Santos (1975) explica que las divisiones territoriales del trabajo generan dos circuitos económicos principales: un circuito superior, constituido por actividades industriales, financieras y de servicios orientada a los grandes capitales (que constituyen las áreas más capitalizadas y modernizadas de la ciudad) y un circuito inferior, que se reproduce en áreas donde el medio construido suele estar deteriorado, y los servicios básicos disponibles son escasos, que está orientado a satisfacer a los sectores de menor nivel socioeconómico.^{27,28} Ambos circuitos son opuestos y complementarios, aunque el circuito inferior es dependiente del superior y no tiene autonomía de significado, como se propone desde el esquema de sector formal/informal. Dicha complementariedad adquiere aquí la forma de dominación.²⁹

En un abordaje con importantes puntos de contacto al anterior,³⁰ Coraggio (2007a, 2007b) propone como sistema de análisis una economía mixta compuesta por tres subsistemas: *el subsistema hegemónico de la economía empresarial capitalista*, conformado por empresas privadas y redes corporativas que tienen por objeto la reproducción ampliada del capital para su acumulación; *el subsistema de la economía pública*, organizado en distintos sistemas administrativos burocráticos articulados jerárquicamente, orientado para construir legítimamente un supuesto interés común (hoy hegemonizado por el capital), a la vez que acumular poder político para sostener dicha legitimación social; y *el subsistema de la economía popular*, conformado por un conjunto heterogéneo y frecuentemente desarticulado de unidades domésticas, que en algunos casos desarrollan redes o distintos tipos de asociaciones, y que persiguen como fin la reproducción ampliada de la vida de sus miembros.³¹ Este modelo

²⁷ Es posible también identificar en este análisis una fracción del circuito superior caracterizada como marginal caracterizado por formas mixtas de trabajo. Ver Silveira, María Laura (2004), "Globalización y circuitos de la economía urbana en ciudades brasileñas", en *Cuadernos del CENDES*, vol. 21, n° 57, Caracas.

²⁸ Cfr. Santos, Milton (1975), *L'Espace Partagé. Les deux circuits de l'économie urbaine des pays sousdéveloppés*, M.-Th. Génin, Librairies Techniques, Paris.

²⁹ Silveira, María Laura (2007), "Metrópolis brasileñas: un análisis de los circuitos de la economía urbana", en *Revista eure*, vol. XXXIII, n° 100, Santiago de Chile, pp. 149-164.

³⁰ Cfr. Muñoz, Ruth (2011a), "Heterogeneidad estructural de las metrópolis latinoamericanas. Una revisión que busca el diálogo entre los principales abordajes", *Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos*, ICO-UNGS.

³¹ Cfr. Coraggio, José Luis (2007a), *Economía popular y economía social en el contexto de la economía mixta*, en el Módulo 3 de Economía Social, Tecnicaturas en Economía Social y

de economía mixta es el que toma el enfoque de la Economía Social³² y tiene un importante basamento teórico en la mencionada escuela sustantivista, de la que Polanyi fue uno de sus máximos exponentes. Desde esta óptica, las metrópolis latinoamericanas son definidas como “una economía regional mixta, abierta y en posición dominante con el resto del país y de dependencia con el exterior, siendo una característica sustantiva la hegemonía capitalista y la incompletitud del desarrollo del capital, en tanto subsiste un gran sector de economía popular con trabajo organizado de forma autónoma”.³³

Identificados los principales abordajes teóricos sobre funcionamiento de la economía urbana, podemos sugerir dos conclusiones. La primera es que las ciudades latinoamericanas presentan contrastes de paisajes acentuados, con una forma diferente de producción y reproducción del espacio, y con características ambientales que también son diferentes entre las áreas, donde prima el anclaje del circuito superior o la economía del capital, y donde predomina el sector informal, el circuito inferior, o bien, la economía popular (ver **Figura 5.4**).

Figura 5.4. Contraste del paisaje urbano en tres ciudades latinoamericanas: a) Buenos Aires, b) Caracas, c) San Pablo



Fuente:

a) <http://www.skyscraperlife.com/proyectos-construccion/10632-buenos-aires-retiro-proyecto-para-la-villa-31-a.html>.

b) <http://nosotroslosdeaca.blogspot.com/2010/09/el-recibimiento-y-la-llegada-1ra-parte.html>.

c) http://www.elpais.com/articulo/arte/alla/Niemeyer/elpepuculbab/20080209elpbabart_4/Tes.

Desarrollo Local, mimeo.

³² Para una descripción más amplia ver Coraggio, José Luis (2007b), *Economía social, acción pública y política (hay vida después del neoliberalismo)*, CICCUS, Buenos Aires.

³³ Muñoz, Ruth, (2011b), “Alcances y desafíos de la economía popular urbana. Reflexiones a partir de análisis sectoriales y casos de estudio de la Región Metropolitana de Buenos Aires”, en Urqueta, P. (coord.), *Ciudades en transformación. Disputas por el espacio, apropiación de la ciudad y prácticas de ciudadanía*, CIDES-UMSA, Plural editores, en prensa, p. 341.

Las primeras suelen estar asociadas a la construcción de edificios “inteligentes”, mayor disponibilidad de modernos servicios de comunicaciones, y confortables medios de transporte, variada oferta comercial y cultural, y espacios recreativos como parques y plazas, denotando una fuerte presencia de capital y un evidente compromiso del Estado en su reproducción. Las segundas son lugares donde la vivienda es mayoritariamente precaria, los servicios de transporte de baja frecuencia y calidad o a veces inexistentes, la falta de infraestructura resulta problemática, así como la carencia de servicios básicos; se evidencia la falta de espacios verdes y recreativos, y, al mismo tiempo, es el lugar de reproducción de problemas ambientales que precarizan la calidad de vida de la población. En estas áreas se suelen encontrar basurales a cielo abierto, vertido de residuos industriales sin tratamiento, áreas de proliferación de vectores transmisores de enfermedades y, al mismo tiempo, son las áreas con mayor riesgo de desastres, como inundaciones, anegamientos y deslaves. En estas zonas la falta de intervención del Estado suele solucionarse por iniciativas desde la comunidad local, que no se resigna a vivir en esas condiciones.

Ante este panorama, resulta necesario señalar, no obstante, que las áreas de mayor nivel económico, donde se reproduce la economía del capital, también son desencadenantes de algunos de los problemas ambientales más acuciantes y significativos de las ciudades contemporáneas, pues en ellas radica la mayor parte del consumo, la mayor parte de la generación de residuos, y buena parte de la emisión de gases de efecto invernadero proveniente de las ciudades.

La segunda conclusión que podemos sugerir es que en este contexto de una economía capitalista articulada globalmente de manera desigual, esa característica de las ciudades en posición dominante con el resto del país, pero de dependencia con el exterior, también acarrea una complejidad de problemas que tienen su correlato ambiental.

Esta caracterización ofrece, a grandes rasgos, un primer acercamiento a la complejidad de la relación entre los procesos económicos y los ecológicos en la ciudad. De modo ilustrativo, y para profundizar la comprensión de esta relación, se abordarán algunos ejemplos que reflejan las relaciones entre los procesos económicos de las ciudades, tal como fueron descriptos, y la Ecología Urbana.

La industria

Durante toda la era industrial, la industria ha funcionado como un formador de ciudad, ya sea porque la necesidad de la reproducción social de la fuerza de

trabajo movilizó la construcción de viviendas, infraestructura y servicios, como por el desarrollo de actividades y de servicios que se generan a fin de satisfacer las demandas de la propia actividad industrial. En ese sentido, esta actividad ha sido el motor de la circulación de materiales y energía a nivel local o regional con impactos ambientales significativos asociados a la contaminación de los recursos hídricos, el suelo y la atmósfera, generando residuos tanto sólidos como líquidos y gaseosos, muchos de ellos de extrema peligrosidad para el hombre y para el resto de los seres vivos (metales pesados, dioxinas, residuos radiactivos, entre otros). Actualmente, la actividad industrial está determinada, en gran medida, por la demanda del mercado mundial, y regida por los precios internacionales. Nos encontramos en un escenario en el que materias primas, bienes de capital y herramientas de alta complejidad tecnológica son transportados cotidianamente entre continentes, representando un excesivo gasto energético y un incremento en las emisiones de gases contaminantes.

En el contexto económico global mencionado, es cada vez más frecuente que las empresas pertenecientes a los países del capitalismo central reubiquen la mayor parte de la fracción con mayor consumo material y energético de su proceso industrial en los países periféricos, donde las políticas y los controles estatales suelen ser laxos, y a veces, inexistentes. De esta manera, el deterioro ambiental en las ciudades de los países periféricos se agrava en la medida que aumenta el consumo de los países centrales. Esto, en el marco de la competencia excluyente, genera además el cierre o abandono de establecimientos industriales, que deja como consecuencia importantes pasivos ambientales. El mecanismo de determinación del costo de externalidades propuesto desde la Economía Ambiental es un motivo importante de este proceso. Si bien diversas iniciativas internacionales (el protocolo de Kyoto, por ejemplo), han abogado para que bajo este concepto se aplique la norma de “el que contamina paga”, es sabido que por más que el impacto ambiental que genera una industria sea el mismo en un país del capitalismo central que en otro de la periferia, el mercado no valora de la misma manera la externalidad. Sumado a lo anterior, existen una cantidad de daños indirectos asociados a la contaminación industrial que están relacionados no solo con la remediación de los pasivos que provoca, sino también con los que derivan de los efectos negativos en la salud de la población, de los impactos sobre los ecosistemas (agotamiento de recursos naturales, la pérdida de biodiversidad, pérdida de hábitats), y otros, que pasan a engrosar ese conjunto de “externalidades negativas”.

El mercado del suelo y el sector inmobiliario

El mercado de bienes raíces y de cierto tipo de productos inmuebles urbanos refleja claramente el modo en que las ciudades se moldean de acuerdo a las mencionadas características de la economía. Actualmente, la idea de capitalizar la renta del suelo urbano es la que regula la expansión y la forma del crecimiento de las ciudades, relegando la función que tuvo el Estado como planificador, y posicionándolo apenas como gerenciador del accionar del capital y del libre mercado.³⁴

La implementación de este nuevo paradigma derivó no solo en un aumento de la segregación urbana, que acentuó los procesos de exclusión, y generó nuevos escenarios de desigualdad, sino que también trajo aparejadas determinadas problemáticas ambientales. Según Morello y Mateucci (2001),³⁵ el avance de la frontera urbana de las últimas décadas constituye un vasto experimento ecológico no planeado, que afecta grandes áreas, y se está expandiendo en los bordes de grandes ciudades de América Latina y del mundo. En nuestro país, la expansión urbana de las últimas décadas se ha dado con escasa planificación y regulación estatal, quedando librada a la especulación inmobiliaria y a la maximización de la capitalización de rentas en la venta de tierras, con el agravante de que los principales centros urbanos se asientan en regiones agrícolas. Como significativos efectos ecológicos de este proceso podemos mencionar la cancelación de importantes servicios ambientales, la pérdida de tierras de vocación agropecuaria, la invasión de especies exóticas, la destrucción de vegetación ribereña, la destrucción de fragmentos de ecosistemas con especies en vías de extinción, el aumento de la contaminación del agua y el aire, la modificación de la topografía y del sistema de drenaje, el exceso de uso energético y la cancelación de corredores biológicos.³⁶

Un ejemplo a destacar es el creciente proceso de urbanización de la Región Metropolitana de Buenos Aires, que se ha dado en dos sentidos importantes. Por un lado, en el desarrollo de urbanizaciones cerradas dirigido a clases medias-altas y altas, localizadas generalmente sobre tierras agroganaderas,

³⁴ Para una descripción más amplia de estos procesos ver Jaramillo, S. (2003), *Los fundamentos económicos de la participación en plusvalías*, CIDE, Universidad de Los Andes y Lincoln Institute of Land Policy, y Topalov C. (1979), *La urbanización capitalista*, Edicol, México.

³⁵ Cfr. Morello, Jorge y Silvia Mateucci (2001), "Apropiación de ecosistemas por el crecimiento urbano", en *Gerencia Ambiental*, año 8, n°76, pp. 483-502, 522-527.

³⁶ Cfr. Morello, Jorge, Silvia Mateucci y otros (2006), *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la ecoregión pampena*, Orientación Gráfica Editora S.R.L., Buenos Aires.

áreas naturales o intersticios metropolitanos bien comunicados a través de autopistas a la Ciudad de Buenos Aires. Diversos aspectos de este urbanismo privado, algunos muy propios de ciertos estilos de vida urbanos, también generan una alteración de los servicios ecológicos básicos, especialmente en la interfase de los sistemas pampeano-deltaico-rioplatense. Los principales servicios afectados son la regulación hidrológica, la fertilidad de suelo y la biodiversidad. Además, los patrones de consumo y movilidad de este modelo de urbanismo tienen implicancias ecosistémicas en el flujo energético, en el ciclo del agua y en los flujos residuales.³⁷ En el otro extremo, el loteo en la periferia de la ciudad sin provisión de servicios básicos ni infraestructura, se convirtió en una forma común de expansión urbana y en un negocio inmobiliario para los propietarios de tierras. Estas prácticas han contribuido a la formación de grandes conglomerados urbanos carentes de servicios básicos (cloacas, energía, abastecimiento de agua potable, entre otros) y con severas dificultades de accesibilidad e incluso expuestas a adversidades ambientales. Asimismo, el aumento de los precios de la vivienda y del suelo ha obligado a los sectores populares a ocupar áreas periurbanas o urbanas marginales y expuestas a situaciones de riesgo, como la vera de arroyos y zonas inundables, zonas industriales abandonadas con pasivos ambientales y antiguos basurales a cielo abierto, entre otros.

La generación de los residuos y su gestión

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) no solo son el principal metabolito de la ciudad –junto con los efluentes vertidos a los cursos de agua–, sino que también motorizan una actividad económica cruzada por diversas lógicas e intereses que generan contradicciones, como los beneficios de la recuperación y el reciclado y los impactos negativos de la disposición final no controlada.

En gran parte de las ciudades latinoamericanas es posible diferenciar dos circuitos principales de circulación de residuos: el formal y el informal. El circuito formal es aquel asociado a la gestión contemplada en las normativas, generalmente impulsado por el Estado, y en el que suelen participar empresas privadas encargadas de distintas etapas como la recolección, el transporte,

³⁷ Cfr. Fernández, Leonardo *et al.* (2010), “La impronta del urbanismo privado. Ecología de las urbanizaciones cerradas en la RMBA”, en *Scripta Nova, Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XIV, n° 331 (61), agosto, Universidad de Barcelona.

el reciclado y la disposición final. Estas empresas suelen estar asociadas a grandes grupos económicos cuyas lógicas son tanto la maximización de la ganancia como la reproducción del poder corporativo, y es frecuente que no sean compatibles con los objetivos de minimización, recuperación y reciclado que se esperaría de ellas. Por ejemplo, hasta el año 2005, en la ciudad de Buenos Aires el pago de los servicios de recolección y transporte (concesionado a empresas privadas) se determinaba por tonelada de residuo dispuesto en rellenos sanitario, incentivando, indirectamente, a las empresas a enterrar la mayor cantidad de residuos posible, compitiendo con sectores dedicados a la recuperación y el reciclado. De la misma forma, la empresa encargada de gestionar el relleno sanitario (también privada) dependía de que continúen llegando residuos a sus predios, generándose un círculo de intereses económicos detrás de los residuos que atentaba contra los objetivos ambientales o ecológicos. A partir del año 2005, el pago de recolección y transporte pasó a ser por área limpia, pero el costo de disposición en relleno sanitario sigue computándose por tonelada de residuo.

En las últimas décadas se ha acrecentado significativamente el protagonismo de un creciente circuito informal en las ciudades latinoamericanas, que puede incluir las mismas etapas en las que participa el circuito formal (recolección y transporte, recuperación, reciclado y disposición final). A diferencia del anterior, este es llevado a cabo por todas aquellas personas que recuperan de la basura los residuos con potencial de reciclado o comercialización. Son los denominados “cartoneros” en Argentina, “pepenadores” en México o “catadores” en Brasil. Algunos estudios sobre la actividad en la Ciudad de Buenos Aires estimaron que en el año 2005 al menos 8.700 cartoneros recuperaban entre el 9% y el 17% del total de residuos domésticos generados,³⁸ cifras que muestran la relevancia que adquieren estas estrategias en contextos de crisis económica y como forma de garantizar la subsistencia de buena parte de la población. Resulta interesante advertir que este sector, que no tiene otro móvil que su reproducción social, está brindando gratuitamente al resto de los habitantes un considerable servicio ambiental. Paradójicamente, las empresas del circuito formal de residuos, movilizadas por la reproducción ampliada del capital, se ven favorecidas en la medida que la ciudad genere mayor cantidad de residuos, pues aun siendo mayor el impacto ambiental, sus ingresos serán mayores.

³⁸ Cfr. Gutiérrez Ageitos y otros (2005), *Informe sobre trabajo infantil en la recuperación y reciclaje de residuos*, UNICEF-OIM, p.10, disponible en <<http://www.unicef.org>>.

5.4. Metabolismo urbano y huella ecológica

Habiendo caracterizado algunos de los problemas ambientales asociados a los procesos de la economía urbana, se hará mención a cierto tipo de abordajes o metodologías propuestos desde la Economía Ecológica, intentando así concluir reforzando la necesidad de contar con abordajes ecológicos de la economía.

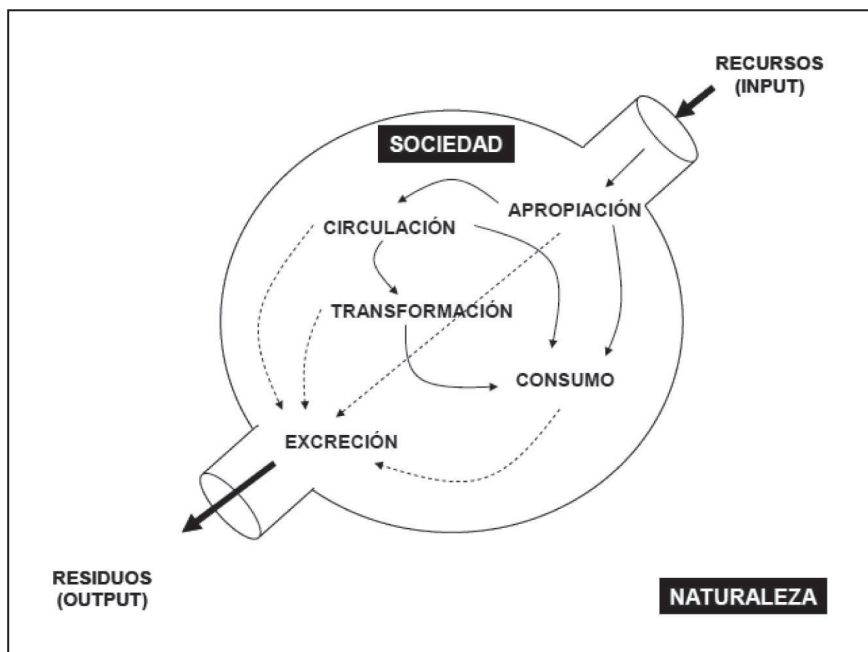
Anteriormente se ha hecho énfasis en el hecho que la economía, entendida como el conjunto de los procesos de producción, intercambio, distribución, circulación y consumo de bienes y servicios, se encuentra inmersa en un sistema ecológico, con intercambio de materia y energía, donde algunos procesos son irreversibles y donde hay generación de residuos y calor disipado. En esos procesos, las sociedades se apropian –en el sentido en que hacen uso de, aprovechan, usufructúan, explotan o manejan– múltiples bienes y servicios ambientales. En los últimos años diversos autores provenientes de la Economía Ecológica han retomado una herramienta teórica y metodológica que ya había sido propuesta por Marx como categoría de análisis no solo del capitalismo sino de la historia de las sociedades humanas: la del *metabolismo social*.³⁹ Esta noción supone el reconocimiento de que la organización en sociedad de los seres humanos no solo responde a fenómenos de carácter exclusivamente social, sino que también es afectada por los fenómenos de la naturaleza.⁴⁰ En otros términos, las sociedades humanas producen y reproducen sus condiciones materiales de existencia a partir de su metabolismo con la naturaleza.⁴¹ A través de esta analogía, que compara las funciones de la sociedad con las de un organismo vivo, es posible distinguir el conjunto de procesos por medio de los cuales los seres humanos organizados en sociedad, se *apropian, circulan, transforman, consumen y excretan*, materiales y/o energías provenientes del mundo natural (véase **Figura 5.5**).

³⁹ Para una descripción ampliada ver Haberl, Helmut y Marina Fischer-Kowalski (1998), “Sustainable development: socio-economic metabolism and colonization of nature”, en *International Social Science Journal*, 50, UNESCO, pp. 573-587.

⁴⁰ Toledo, Víctor Manuel (2008), “Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza”, en *Revista iberoamericana de Economía Ecológica*, vol. 7, p. 3.

⁴¹ Véase Schmit, Alfred (1976), *El Concepto de Naturaleza en Marx*, Siglo XXI, México, citado por Toledo V.M., *op. cit.*, supra, nota 41.

Figura 5.5. Esquema del metabolismo social con las cinco principales funciones



Fuente: Toledo, V.M., 2008.

Esta visión, además de hacer una abstracción teórica sobre el vínculo sociedad-naturaleza, pretende darle una dimensión concreta en el espacio y en el tiempo. En efecto, es posible analizar las ya mencionadas características sobre las ciudades y su economía desde el análisis del *metabolismo social urbano*. Así, podrán identificarse el alto nivel de consumo de las ciudades –que en algunos sectores es desmedido y en otros insuficiente–, el incremento de residuos, el impacto en la apropiación de suelos y otros recursos, el gasto energético y la emisión de gases que genera la circulación de mercancías, o la contaminación por la transformación de algunas materias primas.

Víctor M. Toledo (2008), en un interesante trabajo, ha intentado avanzar sobre la distinción de tres segmentos principales del proceso general del metabolismo social, identificando el rural, el urbano y el industrial, cada uno de los cuales expresa con diferentes matices los cinco procesos metabólicos.⁴² (ver **Figura 5.6**).

⁴² Toledo, V. M., *op. cit.*, supra, nota 41, p. 24.

Figura 5.6. Matriz de relaciones entre las tres principales dimensiones del proceso general del metabolismo social y los cinco procesos metabólicos

	<i>Apropiación</i>	<i>Circulación</i>	<i>Transformación</i>	<i>Consumo</i>	<i>Excreción</i>
<i>Metabolismo Rural</i>					
					
<i>Metabolismo Urbano</i>					
					
<i>Metabolismo Industrial</i>					
					
					

Fuente: Toledo, V. M., 2008.

En sintonía con esta visión del metabolismo urbano como analogía del funcionamiento de un organismo vivo, podemos pensar que las ciudades se asemejan a un organismo parasitario, en el sentido de que son fuertes consumidoras de materia y energía y grandes generadoras de desechos, pero insertas en un espacio productivo que es mucho más extenso que ellas, de donde provienen los productos requeridos para satisfacer sus necesidades. Todas las ciudades, en menor o mayor medida, necesitan un área ecológicamente productiva muy superior a su superficie, tanto para obtener los alimentos, las materias primas, el combustible utilizado, el agua, etc., como para depositar sus residuos.

Con un creativo y pedagógico ejercicio de imaginación se podría plantear el interrogante sobre cuánto tiempo se podría sostener la vida de una ciudad si estuviese encerrada bajo una campana que permitiera pasar la luz, los gases y el calor, pero no los materiales de consumo ni los desechos.⁴³ De

⁴³ Pengué, Walter (2009), *Fundamentos de Economía Ecológica*, Ediciones Kaikron, Buenos Aires, p. 187.

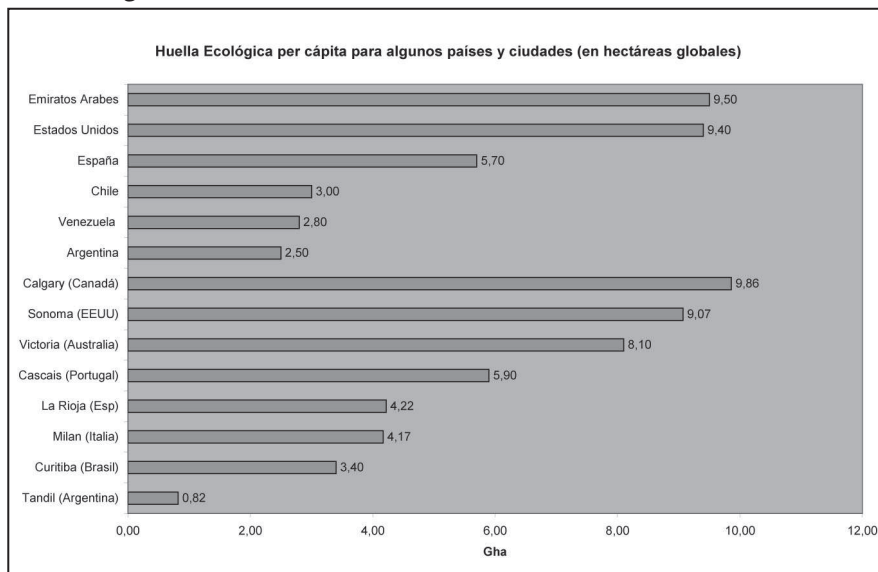
un modo más realista podría pensarse cuál es la superficie requerida para sostener en el largo plazo la supervivencia de los habitantes de la ciudad, satisfaciendo los requisitos de su estilo de vida y nivel de consumo. A partir de esta última pregunta es que surge el concepto de *huella ecológica*,⁴⁴ entendida como el área biológicamente productiva necesaria para producir los recursos que son consumidos y absorber los desechos generados por una determinada población. Es decir, que la *huella ecológica* funciona como un indicador numérico, que no se reduce a las cuestiones urbanas, sino que es capaz de reflejar una problemática ambiental compleja, como lo es la demanda de tierra y espacio productivo para la humanidad.

Las dimensiones que ha tomado la globalización del comercio han hecho que los habitantes de las ciudades utilicen recursos provenientes de distintas partes, algunos de su entorno cercano, pero cada vez más de otros lugares del mundo ubicados a considerables distancias. La *huella ecológica*, entonces, suma y estima el tamaño de estas diversas áreas utilizadas.

En su metodología suelen considerarse cinco categorías para el cálculo total de *huella ecológica*: la superficie biológicamente productiva, fundamentalmente para la provisión de alimentos –tanto en la tierra como en el mar–, la superficie necesaria para la producción de energía y sumideros, los terrenos vinculados a la construcción, y las tierras necesarias para sostener el hábitat en términos de servicios ambientales. Paralelamente al cálculo de huella es importante calcular la Capacidad de Carga (o Biocapacidad) local, contabilizando las superficies reales del mismo lugar donde se hizo el cálculo. De esta manera se obtiene un patrón de comparación y de referencia sobre su sustentabilidad. Dado que es una herramienta posible de aplicar a distintas escalas, pueden establecerse otro tipo de comparaciones entre distintas regiones (ciudades, países, continentes, hemisferios) para inferir diferencias en los niveles de consumo, no solo entendido únicamente en términos económicos. En la **Figura 5.7** se brindan valores de *huella ecológica* (en hectáreas globales) para distintos países y ciudades de distintos continentes.

⁴⁴ Para una aproximación mayor véase Rees, William (1992), “Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out”, en *Environment and Urbanization*, octubre, vol. 4, n° 2, pp. 121-130, y Wackernagel, Mathis y William Rees (1996), “Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth”, en *New Society Publishers*, Montreal, autores que acuñaron el término, y los pioneros en su metodología y utilización.

Figura 5.7. Huella Ecológica *per cápita* para algunos países y ciudades (en hectáreas globales)



Fuente: Elaboración propia en base a Guerrero, 2008, Hancock, 2002, EPAV 2006, Global Footprint Network, 2010. Disponibles en <www.footprintnetwork.org>.

Comentarios finales

A lo largo de este capítulo se ha intentado evidenciar la estrecha relación que existe entre los procesos económicos urbanos y las características ambientales de las ciudades y su entorno. A estos efectos se han revisado los principales abordajes sobre el vínculo entre la economía y la ecología, y las principales corrientes contemporáneas del análisis económico urbano. Asimismo, se han descripto someramente algunos procesos económicos que tienen un impacto significativo en la definición del paisaje urbano, como el mercado del suelo y la industria, y otros que definen buena parte de los flujos de materia y energía, como la gestión de los residuos. Es importante remarcar el hecho de que el sustrato natural en el que se asienta la ciudad puede resultar fundamental en el desarrollo de esos procesos.

Así, a lo largo de la historia podemos identificar distintos tipos de ciudades: las que han surgido como producto de la explotación de recursos naturales

específicos (Ouro Preto en Brasil, Potosí en Bolivia), las fundadas a partir de situaciones ambientales favorables para el desarrollo de determinadas actividades económicas (ciudades portuarias como Buenos Aires, Rotterdam, Venecia), y las construidas en entornos naturales desfavorables –sin disponibilidad de agua y otros recursos–, que se sostienen únicamente por su actividad económica (Dubai, Las Vegas). En suma a lo anterior, se puede considerar que al aumentar la escala de la ciudad también se incrementan su complejidad y la diversidad de actividades económicas y, consecuentemente, los problemas vinculados al ambiente se magnifican tanto en escala como en sus efectos hacia la población. Esta complejización suele traer aparejada una acentuada segregación social y una notable diferenciación del paisaje urbano, siendo los sectores de menor ingreso económico los más expuestos a situaciones de riesgo y al deterioro ambiental urbano.

En términos generales, es posible argumentar que las ciudades pueden ser tanto un producto de procesos económicos que definen aspectos ecológicos y/o al mismo tiempo, el sustrato ecológico permite el desarrollo de determinadas actividades económicas, y por lo tanto, define un perfil de ciudad.

Bibliografía del Capítulo 5

- ALTVATER, E. (1989), “Ecological and Economic Modalities of Time and Space”, en *Capitalism, Nature, Socialism, A Journal of Socialist Ecology*, nº 3, USA.
- ARRIGHI, G. (2001), “La globalización, la soberanía estatal y la interminable acumulación del capital”, en Arrighi, G. y B. Silver, *Caos y orden en el sistema mundo-moderno*, Akal, Madrid.
- CASTELLS, M. (2001), “La Ciudad de la Nueva Economía”, en *Papeles de Población*, enero-marzo, nº 27, Universidad Autónoma del Estado de Toluca, México, pp. 207-221.
- CIMOLI, M., G. PORCILE, A. PRIMI y S. VERGARA (2005), “Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina”, en Cimoli, M. (ed.), *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe).

- CIMOLI, M., G. PRIMI y M. PUGNO (2006), “Un modelo de bajo crecimiento: la informalidad como restricción estructural”, en *Revista de la CEPAL*, n° 88.
- COASE, R. (1960), “The Problem of Social Cost”, en *Journal of Law and Economics*, Universidad de Chicago.
- CORAGGIO, J. L. (2007a), *Economía popular y economía social en el contexto de la economía mixta*, en Módulo 3 de Economía Social, Tecnicaturas en Economía Social y Desarrollo Local, mimeo.
- _____ (2007b), *Economía social, acción pública y política (hay vida después del neoliberalismo)*, CICCUS, Buenos Aires.
- _____ (2011), “Principios, instituciones y prácticas de la Economía Social y Solidaria”, en Coraggio, José Luis, *Economía social y solidaria. El trabajo antes que el capital*, Abya Yala Ediciones, Quito.
- COSTANZA, R. (ed.) (1991), *Ecological Economics. The science and management of sustainability*, Columbia Press, New York.
- ENGELS, F. (2003), “Contribución a la Crítica de la Economía Política de Karl Marx”, en Marx, Karl, *Contribución a la Crítica de la Economía Política*, Siglo XXI, México.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY IN VICTORIA (2006), *Ecological Footprint in Victoria, Australia Report*, Footprint forum Siena, disponible en <www.footprintnetwork.org>.
- FERNÁNDEZ, L., A. C. HERRERO e I. MARTÍN (2010), “La impronta del urbanismo privado. Ecología de las urbanizaciones cerradas en la RMBA”, en *Scripta Nova, Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XIV, n° 331 (61), agosto, Universidad de Barcelona.
- FISCHER-KOWALSKI, M. y H. HABERL (1998), “Sustainable development: socio-economic metabolism and colonization of nature”, en *International Social Science Journal*, 50, UNESCO, pp. 573–587.
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (2010), *Pegada Ecológica de Curitiba. Calculo e Analise*, EE.UU., Bélgica y Suiza.
- GUERRERO, E. M. y F. GUÍNIRIGO (2008), “Indicador espacial del metabolismo urbano. Huella Ecológica de la ciudad de Tandil, Argentina”, en *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Universidad Autónoma de Barcelona, vol. 9, pp. 31-44.

- GUTIERREZ AGEITOS, P., J. KOEHS, P. SCHAMBER y F. SUÁREZ (2005), *Informe sobre trabajo infantil en la recuperación y reciclaje de residuos*, UNICEF-OIM, disponible en <<http://www.unicef.org>>.
- HALLER, W. y A. PORTES (2004), “La economía informal”, Series Políticas Sociales, n° 100, CEPAL, Santiago de Chile.
- HANCOCC, A. y otros (2002), “Ecological Footprint Project. Sonoma County”, may, disponible en <<http://www.sustainablesonoma.org/projects/footprintreport/scfpweb.pdf>>.
- JARAMILLO, S. (2003), *Los fundamentos económicos de la participación en plusvalías*, CIDE, Universidad de Los Andes y Lincoln Institute of Land Policy.
- LIPIETZ, A. (1994), “El posfordismo y sus espacios. Las relaciones capital-trabajo en el mundo”, *Serie de seminarios Intensivos de Investigación*, Documento de trabajo n° 4, CEIL-PIETTE del CONICET, Buenos Aires.
- MARTÍNEZ-ALLIER, J. (1995), *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Ecoteca Nordan-Icaria, Barcelona.
- (2009), “Social Metabolism, Ecological Distribution Conflicts, and Languages of Valuation”, en *Capitalism, Nature, Socialism, A Journal of Socialist Ecology*, vol. 20, n° 1, pp. 58-87.
- MARTINEZ-ALIER, J. y J. ROCA JUSMET (2001), *Economía ecológica y política ambiental*, Fondo de Cultura Económica, México.
- MEADOWS, D. y otros (1972), *The limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, New York, Universe Books.
- MATTEUCCI, S. y J. MORELLO (2001), “Apropiación de ecosistemas por el crecimiento urbano”, en *Gerencia Ambiental*, Año 8, n°76, pp. 483-502, 522-527.
- MATTEUCCI, S., J. MORELLO y otros (2006), *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la región pampeana*, Orientación Gráfica Editora S.R.L., Buenos Aires.
- MUÑOZ, R. (2011a), “Heterogeneidad estructural de las metrópolis latinoamericanas. Una revisión que busca el diálogo entre los principales abordajes”, *Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos*, ICO-UNGS.

- _____ (2011b), “Alcances y desafíos de la economía popular urbana. Reflexiones a partir de análisis sectoriales y casos de estudio de la Región Metropolitana de Buenos Aires”, en Urquieta, P. (coord.), *Ciudades en transformación. Disputas por el espacio, apropiación de la ciudad y prácticas de ciudadanía*, CIDES-UMSA, Plural Editores, La Paz (en prensa).
- NAREDO, J. M. (1992), “Fundamentos de Economía Ecológica”, *IV Congreso Nacional de Economía, Desarrollo y Medio Ambiente*, diciembre, Sevilla.
- _____ (1996), *La Economía en Evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Siglo XXI, Madrid.
- O’CONNOR, J. (1988), “Capitalism, Nature, Socialism: A Theoretical Introduction”, en *Capitalism, Nature, Socialism. A Journal of Socialist Ecology*, nº 1, otoño.
- _____ (2001), *Causas Naturales: ensayos sobre marxismo ecológico*, Siglo XXI, México.
- PENGUE, W. (2008), *La Economía Ecológica y el desarrollo en América Latina*, Fronteras. Gepama-FADU-UBA, año 7, nº 7, pp.11-32.
- _____ (2009), *Fundamentos de Economía Ecológica*, Ediciones Kaikron, Buenos Aires.
- POLANYI, K. (1994), *Nuestra obsoleta mentalidad de mercado*. Publicado originalmente en 1947 en *Commentary* 13, pp. 109-117. Esta versión proviene de Polanyi, Karl (1980), *Economie primitive, archaïsme e moderne*, Giulio Einaudi editore, Turín.
- _____ (1957), *The economy as an instituted process. In Trade and Market in the Early Empires: Economies in History Theory*, The Free Press, New York.
- _____ (1976), “La economía como proceso institucionalizado”, en Godelier, M. (compil), *Antropología y economía*, Anagrama, Barcelona.
- _____ (1992), *La Gran Transformación*, Fondo de Cultura Económica, México.
- RAMOS GOROSTIZA, J. L. (2005), “Medio natural y pensamiento económico: historia de un reencuentro”, en *Principios: Estudios de Economía Política*, nº 2, pp. 47-70.

- REES, W. (1992), "Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out", en *Environment and Urbanization*, octubre, vol. 4, n° 2, pp. 121-130.
- REES, W. y M. WACKERNAGEL (1996), "Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth", *New Society Publishers*, Montreal.
- ROBBINS, L. (1951), *Ensayo sobre la naturaleza y significación de la ciencia económica*, Fondo de Cultura Económica, México.
- RUBIN, I. I. (1979), *A history of Economic Thought*, Pluto Press, London.
- SANTOS, M. (1975), *L'Espace Partagé. Les deux circuits de l'économie urbaine des pays sousdéveloppés*, M.-Th. Génin, Librairies Techniques, Paris.
- SASSEN, S. (2007), "Ciudades Globales: la recuperación del lugar y las prácticas sociales", en *Una sociología de la globalización*, Katz Editores, Buenos Aires, pp 125-163.
- _____ (1999), *El orden social de la ciudad global*, en Sassen, Saskia, *La Ciudad Global*, EUDEBA, Buenos Aires.
- SILVEIRA, M. L. (2004), "Globalización y circuitos de la economía urbana en ciudades brasileñas", *Cuadernos del CENDES*, vol. 21, n° 57, Caracas.
- _____ (2007), "Metrópolis brasileñas: un análisis de los circuitos de la economía urbana", *Revista eure*, vol. XXXIII, n° 100, Santiago de Chile, pp. 149-164.
- SCHMIDT, A. (1976), *El Concepto de Naturaleza en Marx*, Siglo XXI, México.
- TOKMAN, V. (1976), "Dinámica del mercado de trabajo urbano: el sector informal en América Latina", *Revista Internacional del Trabajo*, OIT.
- _____ (2001), "De la informalidad a la modernidad", en *Boletín CINTERFOR* n° 155, OIT.
- TOLEDO, A. (1998), "Economía de la biodiversidad", *Serie textos básicos para la formación ambiental*, n° 2, Red de Formación Ambiental, PNUMA, México.
- TOLEDO, V. M. (2008), "Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza", en *Revista iberoamericana de Economía Ecológica*, vol. 7, pp.1-26.
- TOPALOV, C. (1979), *La urbanización capitalista*, Edicol, México.

Capítulo 6

Ecología y Sociedad

Francisco Suárez
Tomás Calello

Introducción

En este capítulo nos proponemos efectuar un recorrido sobre distintos conceptos usualmente utilizados para referirse a los problemas ambientales urbanos desde una perspectiva sociocultural, trazando caminos interpretativos para analizar la interacción entre ambiente, sociedad y cultura. En otras palabras, buscamos proveer un instrumental conceptual que ayude a entender ciertas dinámicas de relación sociedad-naturaleza.

Tradicionalmente, el manejo ambiental ha considerado a las sociedades como externas a los ecosistemas. El camino científico ha ido hacia la fragmentación del conocimiento, generando tradiciones e identidades disciplinares. El avance del conocimiento sobre los sistemas ecosociales requiere de enfoques integrales que asuman el desafío de la complejidad. Al sumir la complejidad desde la perspectiva de lo social, cabe preguntarse sobre la naturaleza de los problemas ambientales, quiénes son afectados, cómo se perciben e interpretan, cuáles son los conflictos que generan y cómo se organiza la sociedad ante los ellos.

A partir de este conjunto de interrogantes, el itinerario del capítulo recorre los conceptos de vulnerabilidad, amenaza y riesgos, las representaciones del territorio y el ambiente, y los conflictos ambientales, sus dinámicas y sus procesos organizativos.

6.1. Vulnerabilidad, amenaza, riesgo y expoliación urbana

Vulnerabilidad

El concepto de *vulnerabilidad social* se aplica para reconocer las características de los grupos sociales con mayor exposición a situaciones que amenazan su capacidad de reproducción individual/social en términos ampliados.¹ Ante una situación amenazante dada, se identifican los grupos sociales específicos que están mayormente expuestos. En este sentido, el concepto suele ser utilizado de manera básicamente instrumental, ya que se emplea con frecuencia para localizar la población que será usuario/beneficiaria de políticas de emergencia y de políticas sociales específicas.

En las Ciencias Sociales, autores como Robert Castel (2002) definen este concepto en relación a la desafiliación de las personas con respecto a sus grupos de pertenencia y como consecuencia de la crisis del trabajo.² En este capítulo trataremos a la vulnerabilidad básicamente en relación al deterioro ambiental que presenta la urbanización latinoamericana.

La vulnerabilidad transita dos dimensiones:³

1. La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas, ausencia de la capacidad de resistencia.
2. La vulnerabilidad entendida como incapacidad de recuperación después de la ocurrencia de un desastre, falta de resiliencia.

La aplicación más cercana de este concepto para las cuestiones ambientales y socioterritoriales estuvo vinculada a la identificación de población vulnerable a inundaciones, sequías, ciclones, erupciones volcánicas, terremotos y otros acontecimientos que se desencadenan generalmente en forma repentina e

¹ Reproducción social es el proceso mediante el cual se mantienen las condiciones productivas, jurídicas, políticas y culturales dominantes en una sociedad. A diferencia de la reproducción biológica, la reproducción social se halla atravesada por voluntades y conflictos muchas veces antagónicos entre distintos grupos y clases sociales, que tratan de imprimir a la sociedad sus características distintivas. Tales transformaciones responden a patrones característicos de cada momento histórico.

² Cfr. Castel, Robert (2002), "De la exclusión como estado a la vulnerabilidad como proceso", *Revista Arquipielago*, n° 21, Barcelona, pp. 27-36.

³ Wilches-Chaux, Gustavo (1998), *Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, Mecánico y soldador o Yo voy a correr el riesgo*, La Red, Lima, p. 44.

irrumpen el curso de la vida social, ocasionando graves daños a numerosas personas que habitan en una área geográfica. Fenómenos que se conocían hace algunas décadas atrás como “desastres naturales”, luego pasaron a ser comprendidos como desastres en toda su complejidad, natural, social y tecnológica.

En el ámbito de las Ciencias Sociales, a partir de los años 30 algunos investigadores comenzaron a interesarse por las consecuencias sociales de los desastres. En esos tiempos, se estudiaron los rumores previos de terremotos en la India y se investigaron los efectos sociales de las inundaciones en Kentucky.⁴ Posteriormente, en la década del 50 se gestaron los primeros programas de investigación que fomentaron el estudio sistemático del tema.⁵ En 1963 se creó el “Disaster Research Center” de la Universidad del Estado de Ohio. Desde ese año, este centro de investigación ha realizado numerosos estudios en diferentes países.⁶

Hasta entonces, las investigaciones habían sido orientadas por análisis funcionalistas u organicistas. Desde esta perspectiva teórica, Robert Merton y Charles Fritz en 1961 definen al desastre como un acontecimiento centrado en el espacio y en el tiempo, en virtud del cual una sociedad o una subdivisión sufre un gran peligro, y experimenta tales pérdidas de miembros y bienes materiales, que la estructura social se quiebra, y resulta imposible la realización de alguna o todas las funciones esenciales de la sociedad.

Para estos autores, los desastres proporcionaban un interesante campo de observación para analizar la integración, resistencia y capacidad de recuperación de los grandes sistemas sociales. De esta manera, en una interpretación de clásico corte funcionalista, Robert Merton señala los “efectos terapéuticos” de los desastres, argumentando que estos anulan temporariamente las diferencias culturales y sociales, porque demandan a los individuos de poblaciones afectadas dedicarse a tareas socialmente regenerativas.⁷

⁴ Cfr. Prasad, Jamuna (1935), “The Psychology of Rumour: A Study Relating to the Great Indian Earthquake of 1934”, *British Journal of Psychology*, 26, pp. 1-15; Kutak, Robert (1938), “Sociology of Crises: The Louisville Flood of 1937”, *Social Forces* 17, pp. 66-72.

⁵ Cfr. Fritz, Charles (1974), “Desastres”, en *Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales*, Aguilar, Bilbao.

⁶ Cfr. Quarantelli, Enrico (1978), “Some Basic Themes in Sociological Studies of Disasters”, Quarantelli, E. (ed.), *Disasters: theory and research*, Beverly Hills, Sage Publications, California, p. 282.

⁷ Merton, Robert (1961), *Contemporary social problems*, Harcourt, Brace & World Inc., Nueva York, y Fritz, Charles (1974), “Desastres”, en *Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales*, Aguilar, Bilbao

Años más tarde, los continuadores de esta corriente de investigación acuñaron el concepto de “subcultura del desastre” para referirse a aquellas comunidades locales que lograron desarrollar una capacidad de mitigación útil para dar respuesta al desastre antes, durante y después de la emergencia.⁸ Para el surgimiento de esta subcultura era necesario el impacto de un evento geofísico específico y repetido, que permitiera cierta predictibilidad y control, como es el caso de algunas inundaciones. Esta subcultura estaba compuesta por normas, valores, creencias y conocimientos tecnológicos, y abarcaba una significativa parte de la vida comunitaria.⁹

En contraposición a los efectos regenerativos y terapéuticos de los desastres que postulaban los funcionalistas, algunos autores proponen analizar la centralidad del conflicto social en el estudio de las catástrofes, estudiando los movimientos de protesta.¹⁰

En la década de 1980, la sistematización de numerosas estadísticas internacionales sobre los fenómenos-desastres demostró que los impactos de los eventos geofísicos eran mayores en los países menos desarrollados. Las tasas de mortalidad y el número de afectados reflejaron que las catástrofes golpean más intensamente en los países más pobres. Basándose en estos datos, el informe de la Cruz Roja de Suecia, *Human and Environmental Disaster in the Third World*, concluye que los países del Tercer Mundo son más vulnerables, por tener mayor cantidad de gente expuesta a los desastres, con menor capacidad de mitigación, en un ambiente degradado.¹¹ La comparación del impacto de los movimientos sísmicos y otras catástrofes entre Japón y Perú es ejemplificadora. Japón, entre 1960 y 1981 sufrió 43 eventos naturales con una pérdida de 2.700 personas. Durante el mismo periodo, Perú padeció 31 fenómenos geofísicos con un total de 9.000 muertos.¹²

En 1990 las Naciones Unidas declaraba la “Década Internacional para la Prevención de Desastres Naturales”. Las afirmaciones de Javier Pérez de Cuellar,

⁸ Cfr. Quarantelli, Enrico, *op. cit.*, supra, nota 6, p. 282 y ss.

⁹ Cfr. Hannigan y Kueneman (1978), “Anticipating flood emergencies: A case study of Canadian Disaster subculture”, en Quarantelli E. (ed.), *Disasters: theory and research*, Sage Publications, Beverly Hills, California.

¹⁰ Cfr. Blocker, Rochford y Sherkat (1991), “Political Responses to Natural Hazard: Social Movement Participation following a Flood Disaster”, en *Mass Emergencies and Disasters*, vol. n° 9, n° 3, Arizona State University, Arizona.

¹¹ Cfr. Hagman, Gunnar (1984), “Prevention better than cure, Report on human and environmental disaster in the Third World”. Preparado para la Cruz Roja de Suecia, Estocolmo y Génova.

¹² Maskery, Andrew (1989), *El manejo popular de los desastres naturales*, IT, Lima, p. 22.

por entonces Secretario General de ese organismo, crean una demanda concreta: “La Asamblea ha pedido a todos aquellos que puedan contribuir a mitigar los efectos de los desastres a que participen en un esfuerzo mundial para actuar, cada uno en su propio sector y todos en un programa coherente y a largo plazo, para reducir la vulnerabilidad”.¹³ De esta manera, en mayor o menor medida, se instala en los foros internacionales y en las agendas nacionales la problemática de los desastres y la vulnerabilidad.

En América Latina, a comienzos de los años 1990, un grupo de investigadores sociales nucleados en torno a la “Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina” y a la revista *Desastre & Sociedad*, instalan una nueva visión acerca de la problemática del riesgo, la vulnerabilidad y los desastres. En esta revista se publicaron numerosos artículos desde una perspectiva que entiende que el incremento de la vulnerabilidad social es consecuencia de los procesos de urbanización no planificada, de la falta de estrategias populares de mitigación, del empobrecimiento de importantes segmentos de la población que lleva a numerosos grupos a convivir con situaciones de riesgo, de los usos inadecuados de los sistemas tecnológicos, y de los ineficientes sistemas de gestión social del riesgo.

Entonces, la vulnerabilidad social no solo fue analizada como una problemática de países subdesarrollados, sino también como realidad intrasocietaria. En este sentido, la vulnerabilidad social es definida como la debilidad de ciertos sectores de la población para absorber, amortiguar o mitigar el impacto de un fenómeno natural. Desde este nuevo enfoque, la vulnerabilidad reúne aspectos socioeconómicos, ambientales, sanitarios, nutricionales, psicosociales, cognoscitivos. Los desastres comienzan a ser analizados como delatores extremos de la falta de soluciones adecuadas a situaciones de carencias preexistentes.¹⁴

Orientada en esta forma de repensar a los fenómenos-desastres, Hilda Herzer en 1994 consideraba que la vulnerabilidad estaba potenciada por:

1. La alta densidad poblacional en zonas de riesgo, la pobreza de la infraestructura económica y social, incluyendo las viviendas y servicios urbanos y los bajos ingresos de amplios sectores de la población.

¹³ Fragmento recogido de una publicación de la Organización Mundial de la Salud OMS: “Las catástrofes no avisan”, Ginebra, 1991.

¹⁴ Cfr. Herzer, Hilda (1990), “Los desastres no son tan naturales como parecen”, en *Medio Ambiente y Urbanización*, año 8, nº 30, IIED-Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, pp. 3-10.

2. La forma peculiar mediante la cual la economía capitalista explota recursos con una racionalidad que supone concentrar la ganancia en el corto plazo y desentenderse de los efectos a largo plazo, traspasándoselos a las generaciones venideras y socializando los costos ambientales, a la par que privatiza los beneficios derivados de la explotación de los recursos naturales.
3. La disminución de los recursos disponibles por parte de los gobiernos para la implementación de políticas de inversión y desarrollo, producto de las crisis y de las políticas de ajuste estructural.¹⁵

Otras investigaciones encaminadas en de esta nueva línea de pensamiento, analizaron la vulnerabilidad social como el fruto de la interacción entre procesos históricos, económicos y sociales con un peligro natural latente. La vulnerabilidad, entonces, se genera en el nexo entre dichos procesos históricos y las condiciones locales y específicas del peligro.

Desde esta perspectiva, Andrew Maskery, en 1989, estudia los procesos de asentamiento y utilización del suelo en el Valle del río Rimac, en Lima y sus relaciones con los huaicos¹⁶ e inundaciones.¹⁷ Por medio de este análisis concluye que la vulnerabilidad de la economía regional y de sus centros urbanos es consecuencia de un proceso de cambio territorial, social, económico y político que comenzó en el siglo XVI, donde la modernización de la economía urbana, la destrucción de la economía rural, la construcción de vías de comunicación y de viviendas en zonas de riesgo agudizaron las consecuencias negativas de los fenómenos-desastres. Maskery relata que en la década de 1940 del siglo pasado comienza un proceso de migración rural-urbana que trae aparejado el surgimiento de pueblos jóvenes¹⁸ en el Valle del Rimac, asentamiento donde las condiciones de vida se encuentran en estado de emergencia permanente, y donde los huaicos e inundaciones solo exacerban esta situación, haciendo más pobres a los pobres y creando condiciones para nuevos desastres.

¹⁵ Herzer, Hilda, (1994), "Los Desastres: consideraciones conceptuales", en *Conferencia Interamericana: Experiencias Nacionales en Reducción de Desastres*, marzo 21 al 24, Cartagena de Indias, p. 8 y ss.

¹⁶ Torrentes hídricos con presencia de tierra y material lítico.

¹⁷ Maskery, Andrew, *op. cit.*, supra, nota 12.

¹⁸ Asentamientos irregulares, característicos de la costa peruana, donde vive población de escasos recursos.

Un aspecto complejo es la relación entre vulnerabilidad y pobreza. Claudia Natenzon (1995)¹⁹ señala que lo que diferencia a la situación de vulnerabilidad de la situación de pobreza es su carácter relativo. Frente a una situación amenazante existen capacidades diferenciales para afrontarla, puesto que un determinado agregado social (individuo, hogar, barrio, género, trabajador, etc.) es vulnerable frente a un peligro particular. En este sentido, la vulnerabilidad se encuentra estrechamente ligada al tipo de la amenaza: crecidas de río, aguas contaminadas, basurales, etcétera.

Sin embargo, cuando algunos grupos o sectores son vulnerables a distintas amenazas, su situación de vulnerabilidad ya no es relativa a una amenaza específica, sino global,²⁰ o bien, generalizada.

La amenaza

Gustavo Wilches-Chaux (1998), en un esfuerzo por caracterizar los factores de amenaza distingue cuatro factores: naturales, socio-naturales, tecnológicas y antrópicas.²¹

Los *factores naturales* son aquellas que tienen origen en la dinámica propia del planeta, donde los seres humanos no intervienen en la ocurrencia del fenómeno, ni tampoco tienen capacidad práctica de evitarlo. Según su origen, las amenazas naturales se distinguen en geológicas y climatológicas.

Las geológicas son los sismos, los terremotos, las erupciones volcánicas, los maremotos o tsunamis, los deslizamientos y avalanchas, los hundimientos, la erosión terrestre y costera, etc. Las hidrometeorológicas o climáticas son los huracanes, las tormentas tropicales, los tornados y trombas, las granizadas y tormentas eléctricas, el fenómeno de El Niño, las temperaturas extremas, las sequías, los incendios forestales espontáneos, las crecidas cíclicas de los cursos de agua, etcétera.

En este caso, la gestión del riesgo se centraliza en la prevención a través de construcciones edilicias adecuadas y en la anticipación del fenómeno, así como también en el desarrollo de una estrategia de manejo de la emergencia.

¹⁹ Cfr. Natenzon, Claudia (1995), "Catástrofes naturales, riesgo e incertidumbre", *Serie de Documentos e informes de Investigación*, n° 197, FLACSO, Buenos Aires.

²⁰ Wilches-Chaux, Gustavo, *op. cit.*, supra, nota 3.

²¹ *Ibíd.*

Los *factores socio-naturales* son aquellos donde interviene la acción humana. Existen amenazas aparentemente naturales, como las inundaciones y las sequías, que muchas veces son provocadas por el manejo inadecuado del suelo o por deforestación. Este tipo de amenaza es consecuencia de la “reacción” de la naturaleza o del ambiente físico frente a la acción humana.

En ríos que atraviesan extensas áreas urbanas puede haber comunidades vulnerables a las inundaciones, y otras vulnerables a la presencia de contaminantes en el agua, en zonas que no cuentan con abastecimiento de agua potable.

Ante estos factores existe la posibilidad de intervenir sobre las causas para evitar situaciones de vulnerabilidad social. Por ejemplo, evitar la localización de la población en áreas expuestas a la crecida de un río, crear sistemas de alarma y alerta apropiados, desarrollar obras preventivas, etcétera.

Los *factores tecnológicos* refieren a instalaciones u operaciones de complejos manejos tecnológicos que implican peligro, como la presencia de un reactor nuclear o de una planta de separación de gas.

Los *factores antrópicos* son aquellos claramente atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza, el ambiente construido, la población. Las amenazas antrópicas se refieren a las acciones de contaminación y de degradación ambiental, entre las que se destacan el vertido de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas al ambiente: vertidos de sustancias tóxicas como plaguicidas y metales pesados, radioactivas, residuos orgánicos y aguas servidas.

El riesgo

El riesgo, o la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, está ligado a la capacidad de predecir y de ajustarse que tiene una sociedad determinada a un evento amenazante. El riesgo puede ser evaluado, interpretado y manejado de muy distintas formas por diferentes culturas y sistemas sociopolíticos. Cualquier fenómeno amenazante, si es percibido como tal por el conjunto de la sociedad o por parte de ella, constituye un riesgo para determinado grupo u organización social. Más aún, en la medida que se tiene un conocimiento imperfecto de su frecuencia, magnitud, forma de presentación y época de aparición.

Distintos autores coinciden en considerar al riesgo como el producto de la amenaza con la vulnerabilidad.²²

²² Cfr. Maskery, Andrew, *op. cit.*, supra, nota 12; Wilches-Chaux, Gustavo, *op. cit.*, supra, nota 3.

Riesgo = Vulnerabilidad X Amenaza

Esta relación no se refiere a una expresión matemática particular, sino que refleja la relación existente entre el grado de la amenaza y el grado de vulnerabilidad social. Pero evidentemente si no existe la amenaza tampoco se hará presente el riesgo.

Claudia Natenzon (1995),²³ por su parte, distingue una serie de dimensiones del riesgo, en la que se reconoce:

- Una peligrosidad o amenaza en tanto fenómeno natural espontáneo o manipulado técnicamente.
- Una situación de vulnerabilidad definida por las condiciones socioeconómicas, y especialmente por la capacidad diferenciada de cierto grupo social de hacer frente a la amenaza.
- Una exposición que es la expresión territorial donde se manifiesta la amenaza y la situación de vulnerabilidad social, o sea donde se localiza la población potencialmente afectable.
- Una incertidumbre en tanto limitación del estado de conocimiento acerca del fenómeno amenazante (incertidumbre técnica); incertidumbre en cuanto a competencias institucionales y aspectos normativos.

Existen diferentes maneras de construir significados acerca del riesgo. En cada sociedad se establece un horizonte de preocupaciones, que está ligados a los valores y la cosmovisión de dicha sociedad. De los riesgos posibles, intranquilizarán unos y otros no.²⁴ De la misma manera, la antropóloga Mary Douglas (1973), indagando en el problema de la higiene y contaminación

²³ Natenzon, Claudia, *op. cit.*, supra, nota 19.

²⁴ Cfr. Merlinsky, Gabriela (2009), "Atravesando el río: La construcción social y política de la cuestión ambiental en Argentina", Tesis para el Doctorado en Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, *Sciences Sociales*, n° 8, París, pp. 36-82.

señala cada sociedad define a su manera lo que significa contaminarse, y que su vez, establece diferentes mecanismos de purificación.²⁵

Ante una situación que genera preocupación comienza a generarse conocimiento acerca de ella. Hay conocimientos que se elaboran y reproducen en ámbitos científicos, técnico-profesionales, y hay otros que parten de la población se percibe afectada. En este último ámbito, el conocimiento es principalmente construido por quienes tienen necesidad de amortiguar los impactos negativos de una situación amenazante. Conocimiento que se produce a través de la experiencia vivida, de la memoria colectiva y de la resignificación de los saberes científico-técnicos disponibles (principalmente adquiridos por la educación formal e informal y por los medios de comunicación). Este conocimiento popular se valida en la práctica.

Aquellos grupos sociales más expuestos a amenazas que se reiteran con alguna frecuencia elaboran criterios para anticipar el peligro, como por ejemplo, reconocer cambios en la calidad del agua de un curso hídrico a partir de variaciones de color, olor o turbidez.

El uso reiterado de estos criterios los convierte en indicadores populares de riesgo. Estos indicadores dinamizan mecanismos de alerta y de mitigación. En el barrio de La Boca de la ciudad de Buenos Aires, los vecinos más afectados por las inundaciones generadas por “sudestadas” saben anticipar su llegada por la velocidad de viento: “es un viento fuerte que arranca las hojas de los árboles”. Anticipar el fenómeno puede proteger los bienes materiales y ayudar a evacuarse a tiempo.²⁶

A nivel simbólico, el discurso metafórico permite construir un significado particular del riesgo y los desastres como se destaca en el box.

Box 6.1: Con el corazón en La Boca, metáforas de un desastre

De las expresiones populares acerca de las inundaciones por sudestada en el Barrio de La Boca, Buenos Aires, se destacan ciertas metáforas que logran sintetizar y manifestar con intensidad algunos significados locales del fenómeno. Analizando las metáforas en el sentido interactivo,

²⁵ Cfr. Douglas, Mary (1973), *Pureza y peligro. Un análisis del concepto de contaminación y tabú*, Editorial Siglo XXI, Madrid.

²⁶ Suárez, Francisco (1997) “Nuevas tendencias residenciales en la ciudad de Buenos Aires”, en *Carta Económica Regional*, año 9, n° 52, Universidad de Guadalajara, pp. 31-38.

Victo Turner²⁷ sugiere que en la metáfora dos pensamientos diferentes coactúan y engendran uno nuevo, sin que esto signifique que uno sustituya a otro.

Agrupando las diversas expresiones metafóricas, en primer lugar, encontramos que se compara a las inundaciones con otro desastre cuyo detonante es también de orden natural. En diversos relatos los vecinos comparan a las inundaciones con los incendios. “Es horrible, porque bien dicen que tanto en el agua como en el fuego en un segundo perds todo”.

Los incendios son frecuentes en el barrio de La Boca, dado que muchos conventillos son de madera y chapa, y es frecuente la utilización de combustibles líquidos para cocinar y calefaccionar. Por lo tanto, es comprensible que el fuego sea una catástrofe que se recree simbólicamente como un material útil para elaborar comparaciones. La igualación del fuego con el agua pone en interacción dos imágenes dramáticas, que refuerzan la visión trágica del acontecimiento. Sin embargo, en algunos casos, la analogía del fuego no alcanza, ya que no se encuentra una acción que detenga a la inundación: “El fuego en algún momento lo apagás, pero el agua, ¿cómo la apagás?”.

Cuando la dramaticidad de las vivencias de una inundación no es comparable con otros acontecimientos catastróficos frecuentes en el ámbito barrial (como incendios y robos) se construyen metáforas cosmovisionales: “Cuando viene la inundación para nosotros es el fin del mundo”.

Los diferentes tipos de metáforas utilizadas actúan como fenómenos de referencia. Los mismos, reflejan las ponderaciones individuales que los afectados realizan en base a los daños sufridos y las experiencias vividas ante otros acontecimientos dramáticos. En nuestro caso, para la población más afectada del barrio, la inundación no encuentra fenómeno-desastre que la supere.

Finalmente, la expresión “vivir con el corazón en la boca”, produce otra significación, una metáfora que no solo refiere al desastre, sino que conjuga la identificación con el barrio y el vivir amenazado, el amor y el riesgo.

²⁷ Turner, Víctor (1974), *Dramas, fields, and methafors*, Ítaca, Cornell, University Press.

Degradación, desastre y resiliencia

Los desastres han sido considerados mayormente como fenómenos violentos, que irrumpen de manera instantánea o cuasi instantánea, y desestructuran a una sociedad o a grupos de ella, develando las vulnerabilidades sociales preexistentes.

Por el contrario, en un enfoque que intenta analizar la progresividad de los acontecimientos que preceden a los desastres, Hilda Herzer y Raquel Gurevich²⁸ proponen emparentar el concepto de degradación con el de desastre. De esta manera, sugieren analizar la degradación gradual como un fenómeno histórico, que repercute sobre la sociedad —o sobre parte de ella— y antecede a los de fenómenos-desastres. Esta perspectiva del deterioro o “dilapidación” progresiva del ambiente nos acerca al concepto de expoliación urbana que veremos más adelante.

Los desastres están inmediatamente asociados con la noción de destrucción y desestructuración. Sin embargo, y como contracara, a veces el desafío de enfrentar una circunstancia adversa reorganiza a la sociedad, por ejemplo, cuando los procesos de reconstrucción se convierten en un verdadero instrumento de desarrollo. Podemos interpretar a estos casos como procesos resilientes.

La resiliencia es la capacidad que posee una sociedad para hacer frente a las adversidades, adaptarse y fortalecerse. Se requiere de una actitud permanente de aprendizaje, de metodologías y tecnologías de medición y producción, de la valoración de la memoria social y de la creatividad para resignificar las crisis en oportunidades.

Algunos casos indican que la gestión del esfuerzo colectivo y la creación de nuevos marcos institucionales promueven cambios favorables —impensados previamente— a la situación de degradación o desastre. En este sentido, uno de los ejemplos más paradigmáticos de América Latina, ha sido la creación de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), entidad público-privada que promueve y financia políticas y programas de desarrollo en Chile, y que en sus orígenes surgió para paliar los efectos de daños sismográficos.

Existen numerosos ejemplos que remiten a políticas sectoriales de desarrollo.²⁹ Por ejemplo, el terremoto de México de 1985 afectó a 250.000

²⁸ Cfr. Herzer, Hilda y Raquel Gurevich (1995), “Degradación y Desastres: parecidos y diferentes. Tres casos para pensar y algunas dudas para plantear”, *Taller de Degradación Ambiental Urbana y Desastres*, Quito, mimeo.

²⁹ Cfr. Pantelic y otros (1994), “Mitigación de terremotos a través de la reconstrucción: La integración de la vivienda y el empleo para la rehabilitación sostenible de la comunidad, *Conferencia Interamericana Experiencias Nacionales en Reducción de Desastres*, marzo 21 al 24, Cartagena de Indias.

trabajadores, mayoritariamente del sector informal. Para muchos de ellos la pérdida de la vivienda significó, al mismo tiempo, la desaparición del ingreso que los sustentaba. El acontecimiento geofísico destruyó 500 talleres textiles que se concentraban en el centro histórico de la ciudad, dejando sin empleo a 40.000 costureras. Con el fin de recuperar las viviendas y ocupar a los desempleados, el gobierno de México ideó un exitoso plan llamado “Renovación habitacional popular”, que empleó a 114.000 personas en su periodo más activo. En Managua, por el contrario, luego del terremoto de 1972 se relocizó a la población de bajos ingresos del centro de la ciudad a la periferia urbana, sin una adecuada provisión de transportes públicos y sin una apropiada planificación de las actividades productivas y comerciales a desarrollarse. Al perderse los anteriores empleos y la accesibilidad a nuevas oportunidades laborales, el desastre fue aún incrementado.

Otro ejemplo vinculado a la problemática de las inundaciones señala que el capital organizativo, surgido a instancias de un desastre, se puede reutilizar y consolidar para la gestión de proyectos de desarrollo local. En la franja ribereña de Asunción del Paraguay, durante la gran inundación de 1983 hubo más de 40.000 afectados y numerosos asentamientos ribereños quedaron bajo las aguas.³⁰ Desde entonces surgieron organizaciones barriales e interbarriales como el Comité de Emergencia (CEBAT), que en articulación con la Iglesia Católica y los partidos políticos locales actuaron para prevenir y mitigar el efecto de las inundaciones. Estas organizaciones han canalizado la participación de los asentamientos inundables en la formulación del Plan Maestro de la Franja Costera de Asunción. También, han logrado gestionar la provisión de infraestructura de agua para determinados barrios ante las autoridades municipales.³¹

En este sentido, una cuestión interesante para analizar es cómo las situaciones de vulnerabilidad, riesgo y desastres, generan nuevos actores sociales y/o una nueva institucionalidad. También, cómo ese nuevo capital social/institucional emergente asume otras iniciativas al margen de los periodos de crisis. Procesos similares veremos con los conflictos ambientales.

³⁰ Morinigo y otros (1994), *Efectos sociales de las inundaciones en la Gran Asunción*, Cuadernos de la Pastoral Social II, Asunción.

³¹ Cfr. Suárez, Francisco y Mario Rabey (1997), “El Río y la Ciudad: Asentamientos marginales ribereños en Asunción del Paraguay”, en *Revista Paraguaya de Sociología*, año 34, nº 9, mayo/agosto, Asunción, pp. 133-146.

Vulnerabilidad y expoliación

Como se dijo antes, desde una perspectiva ligada a las dificultades para asegurarse la subsistencia y la reproducción social doméstica, Robert Castel considera a las situaciones de vulnerabilidad social como el ingreso a una zona de transición entre la integración social y la exclusión.³² La vulnerabilidad está signada por la precarización del trabajo y por el debilitamiento de los soportes relacionales. El autor entiende a la vulnerabilidad como el proceso de enfriamiento de las relaciones sociales que precede a su ruptura. En la mirada de Robert Castel, y de muchos otros científicos sociales, la desestabilización de lo estable tiene como contexto histórico la caída del Estado de Bienestar entre las décadas de los 80 y 90.

Caroline Moser (1996) señala que la vulnerabilidad social está estrechamente ligada a la carencia de ciertos activos que exponen a los individuos, hogares o a la comunidad a amenazas de tipo ecológicas, económicas, sociales, políticas, etc. Estos activos son:

El trabajo, cuyos indicadores de deterioro están asociados a la pérdida o reducción del empleo y la incapacidad física.

El capital humano, afectado por la disminución de acceso a la infraestructura social o económica, o el deterioro de esta; la disminución de la asistencia a la escuela o; reducción de la asistencia en salud.

La vivienda, perjudicada por el aumento de la percepción de la amenaza de desalojo; disminución de la vivienda disponible, alto nivel de hacinamiento.

Las relaciones familiares, dañadas por la erosión del hogar como unidad social debido a un cambio de estructura, fracaso matrimonial o separación; aumento de la familia extensa, en virtud de lo cual se reduce la proporción de miembros que generan ingresos en comparación con los que no los generan, imposibilidad para las mujeres de combinar sus múltiples responsabilidades con la participación en la comunidad, hijas mayores que se dedican a cuidar niños, ancianos que carecen de personas que los atiendan, aumento de la violencia doméstica.

El capital social, escindido por el aumento de la inseguridad personal en lugares públicos, disminución de la reciprocidad entre hogares, erosión de la organización en el ámbito comunitario.

³² Cfr. Castel, Robert, *op. cit.*, supra, nota 2.

Así, Caroline Moser indica que cuando la base de activos se agota hasta el punto que incluso durante una fase ascendente de la economía no se puede reparar el daño, los hogares quedan en una situación extremadamente vulnerable.³³

Por su parte, la noción original de expoliación analizaba las condiciones objetivas, de deterioro de la fuerza de trabajo en el ámbito urbano. Lucio Kowarick inicia su análisis considerando dos dimensiones relevantes del proceso de urbanización vigentes en San Pablo hasta la década de 1980, como son el acceso al transporte y a la vivienda.³⁴ Los bajos niveles de ingreso se hallan relacionados con la ubicación de amplias franjas de la población urbana en zonas ambientalmente degradadas y cada vez más alejadas de los centros laborales. En estas condiciones, los pobladores suelen autoconstruir sus viviendas restándole tiempo al descanso, situación que junto a la necesidad de desplazamientos más prolongados erosionan su fuerza de trabajo. La especulación inmobiliaria tendía a acrecentar para los pobladores urbanos el precio de los terrenos y viviendas, debiéndose entonces desplazar hacia áreas marginales y desprovistas de infraestructuras y servicios básicos.

Tiene lugar entonces una erosión progresiva de “capitales sociales” condicionando severamente las posibilidades de los ciudadanos para afrontar colectivamente sus carencias sociales y problemas urbanos.

Es decir, que la vulnerabilidad en las metrópolis latinoamericanas es tanto el resultado complejo del debilitamiento de los marcos relacionales a partir de la crisis del empleo formal, como así también del deterioro de las condiciones urbanas y ambientales donde se desenvuelve la reproducción social de la vida.

Durante la etapa fordista,³⁵ los procesos expoleatorios en los países periféricos estuvieron signados por importantes flujos de inmigración a las ciudades y un crecimiento no planificado de las mismas, generando vulnerabilidades

³³ Cfr. Moser, Caroline (1996), “Situaciones críticas, Reacción de los hogares de cuatro comunidades urbanas pobres ante la vulnerabilidad y la pobreza”, Serie de estudios y monografías sobre el desarrollo ecológicamente sostenible, n° 7S, Banco Mundial, Washington, p. 3.

³⁴ Cfr. Lucio Kowarick (1980), “Viver em risco. Sobre a vulnerabilidade no Brasil urbano”, en *Novos Estudos, CEBRAP*, 63, San Pablo.

³⁵ Se denomina “fordismo” a un tipo de organización fabril que se caracteriza por la aplicación sistemática de principios científicos y tecnológicos a la producción. El método fordista se inicia en la fábrica Ford, con la introducción de la cinta transportadora (cadena de montaje), que permitía la disminución del tiempo empleado para la producción de automóviles. Esta innovación se extendió a otras ramas productivas, determinando un gran aumento por unidad de tiempo en la producción de bienes. La introducción en Latinoamérica del fordismo estuvo vinculada al proceso de industrialización de mediados del siglo XX junto con las migraciones provenientes del campo. Este modelo de producción dejó una fuerte impronta en el proceso de la urbanización.

asociadas con la ubicación marginal y precaria de una parte significativa de la población, que en consecuencia, estaba expuesta a deficiencias en los servicios, inundaciones, amenazas tecnológicas, etcétera.³⁶

En la década de 1990, en América Latina, y especialmente en la Argentina, fenómenos macroestructurales como las privatizaciones de los servicios públicos, la recesión económica prolongada, y el aumento de la desocupación, introdujeron nuevos procesos expoliatorios, vinculados con los aumentos del costo de los servicios públicos, el deterioro de la infraestructura urbana y habitacional por disminución de la capacidad de inversión, y la fragmentación socioterritorial (áreas de gran calidad de servicios e infraestructuras urbanas, y otras fuertemente deterioradas). Estos procesos generaron nuevas situaciones de vulnerabilidad de tipo socioterritorial, y nuevas amenazas. Dentro de las nuevas situaciones de vulnerabilidad se destacan la dificultad de acceso y el menor uso de los servicios urbanos por el aumento de su incidencia en la canasta familiar, la incapacidad de reposición y restauración de la infraestructura deteriorada, y en términos generales, el deterioro de los activos que señala Moser.

Las nuevas amenazas se relacionan con una planificación selectiva de la ciudad (urbanizaciones privadas, hipermercados, etc.). En la ciudad fragmentada social y espacialmente, se distinguen barriadas extensas en situación de gran degradación, lindantes con urbanizaciones cerradas que pretenden recrear una alta calidad ambiental y de vida. En la dinámica de la interacción de estos componentes urbanos, se observan cómo barrios que antes no se anegaban hoy se inundan, cursos hídricos y terrenos saneados y otros que concentran gran contaminación, barrios que ven entorpecida su circulación, mientras que otros acceden a vías rápidas de comunicación.³⁷

De esta manera, consideramos que vinculando los procesos de expoliación urbana y las situaciones de vulnerabilidad social con los procesos macroestructurales podemos encontrar un camino para analizar a qué tipo de amenazas están expuestos los diferentes grupos sociales en un periodo determinado y cuáles son sus capacidades de respuesta. En este último sentido adquieren cada vez mayor relevancia los mecanismos institucionales —que articulados con los intereses y perspectivas de las poblaciones afectadas— sean capaces de generar y gestionar recursos materiales, organizacionales y simbólicos, contribuyendo

³⁶ Cfr. Carballo, Cristina Teresa (2001), "Inundación degradación urbana y construcción social del riesgo", *Revista Geográfica*, n° 129, enero/junio, Buenos Aires.

³⁷ Suárez, Francisco (1997), *supra*, nota 26, pp. 31-38.

con su organización a la solución de los problemas ambientales urbanos y, en esa medida, a las problemáticas urbanas en su conjunto.

6.2. Representaciones sociales del ambiente y del territorio

El ambiente como realidad omnipresente es solo percibido muy parcialmente. parteen este sentido, Gilberto Galopín (1980) considera cuatro tipos de dimensiones a tener en cuenta: ambiente potencial, operativo, percibido y valorizado.³⁸ El medio ambiente potencial es aquel que podría interactuar pero no lo hace todavía; por ejemplo, un mineral no utilizado. El medio ambiente operativo es aquel elemento del ambiente con el cual efectivamente los individuos y la sociedad se relacionan. El ambiente percibido corresponde a las cosas que los hombres reconocen como parte de su entorno. El ambiente valorizado es aquel conjunto de elementos ambientales que reciben una valoración económica, cultural, social, ética o estética. Coincidentemente, Boyden y otros (1981) desarrollan la idea del “personal environment” para expresar que cada individuo, grupo o población, experimenta solo una parte del ambiente total.³⁹

En el proceso de valorización se destacan dos núcleos de prácticas y de producción de sentido frente al ambiente: el ambiente vivido como recurso y el ambiente vivido como problema. El ambiente vivido como recurso puede pasar a ser vivido como problema, en tanto medie alguna situación que lo arrebate, impida su acceso o lo degrade. De esta manera, un elemento del ambiente valorizado como recurso, por ejemplo, el agua potable, puede tornarse problemático si sufre un proceso de degradación o de inaccesibilidad.

La percepción ambiental está atravesada por procesos históricos. Durante el proceso de industrialización sustitutiva de importaciones, a mediados del siglo XX, algunas ciudades argentinas, como Buenos Aires, asistieron a un proceso de degradación y desvalorización de sus riberas, ámbito de asentamientos industriales y de población marginada. En tiempo más recientes se presencia una revalorización de las riberas, fuertemente impulsada por el mercado inmobiliario a partir de megaemprendimientos residenciales.

³⁸ Gallopín, Gilberto (1980), “El medio ambiente humano”, en *Estilos de desarrollo y Medio Ambiente en América Latina*, Fondo de Cultura Económica, México.

³⁹ Boyden, Stephen (1981), “The Ecology of a city and its people: the case of Hong Kong”, en Stephen Boyden y otros, *Australian National University Press*, Canberra.

Por su parte, el territorio es ámbito de proyecciones, de imaginarios, de pujas por el sentido y por construir legitimidades. Todos los procesos sociales y culturales acontecen en un lugar y en un tiempo, de manera que la espacialidad y la temporalidad son centrales en la interacción social.⁴⁰ El espacio de naturaleza física, es, por lo tanto, apropiado y producido socialmente, o sea, convertido en social a partir de la aplicación organizada y acumulativa del trabajo y el conocimiento humano.

El lugar, según John Agnew, hace referencia a áreas discretas, si bien elásticas, donde se construyen relaciones sociales y se producen identidades.⁴¹ Desde la perspectiva antropológica, “lugar” puede definirse como la construcción concreta y simbólica del espacio. Se refiere a todo aquello con que nos relacionamos, o estamos unidos por identidad o por historia.⁴² El concepto de lugar es principio de sentido para quien lo habita y principio de inteligibilidad para aquel que lo observa. De esta manera, el lugar permite generar autoreferencia de un “nosotros”, y permite ser referenciado desde un otro.

Ariel Gravano (2004) señala que las expectativas y representaciones simbólicas acerca de un lugar pueden ser interpretadas como “imaginarios”, los cuales expresan modalidades particulares de habitar, sentir y valorar un lugar.⁴³ Asimismo, los imaginarios conforman la “arena” de lucha por los significados acerca del lugar que quieren y aspiran los actores sociales.⁴⁴

A partir de la conceptualización del “lugar antropológico”, Marc Augé desarrolla la argumentación de que la sobremodernidad es productora de “no lugares”, es decir espacios que no son en sí lugares antropológicos. Son lugares sin identidad. Se designa por “no lugar” dos realidades complementarias pero distintas: por un lado, a espacios constituidos con relación a ciertos fines (transporte, comercio, urbanizaciones planificadas, una industria), y por otro lado,

⁴⁰ Cfr. Soja, Edward (1985), “La espacialidad de la vida social: hacia una reteorización transformativa”, en Derek Gregory y John Urry (eds.), *Social Relations and Spatial Structures*, traducción H. A. Torres, Mac Millan, Londres, cap. 6, p. 5.

⁴¹ Cfr. Agnew, John (1993), “Representar el Espacio. Espacio, escala y cultura en las ciencias sociales” en Duncan, James & David Ley (eds.), *Place, culture and representation*, traducción de Federico Fritzsche, Routledge, Londres.

⁴² Augé, Marc (1993), *Los no lugares espacio del anonimato. Una antropología de la sobremodernidad*, Gedisa, Barcelona, pp. 57-58.

⁴³ Gravano, Ariel (2004), “De la lata a la dialéctica los imaginarios urbanos y organizacionales en los planes de desarrollo estratégico”, en Patricia Pérez (compil.), *Las Figuras de la crisis*, Nueva Generación, Buenos Aires, pp. 115-146.

⁴⁴ González, Jorge A. (1994), pp. 54-96.

a la relación que los individuos mantienen con esos espacios.⁴⁵ Por ejemplo, un *shopping* o un aeropuerto no tendrán una necesaria vinculación histórica o identitaria con el territorio que ocupan.

La percepción y la valorización ambiental están fuertemente ligadas al territorio y al arraigo que la sociedad tiene con el mismo. Y la vez, el arraigo hace a la sustentabilidad ambiental, al deseo de que las generaciones venideras gocen de un ambiente saludable.

6.3. Conflictos ambientales urbanos

Los conflictos ambientales urbanos son producto de una multiplicidad de factores y procesos que se han dado en el tiempo. Francisco Sabattini (1997) menciona cuatro factores: La expansión exportadora de los recursos naturales, las tendencias a la renovación de la urbanización, el aumento en la conciencia ambiental, la consolidación de las libertades democráticas.⁴⁶

Considerado lo expuesto por Sabattini podemos ampliar la interpretación de los conflictos como un complejo de tensiones de distinto orden. En el orden urbano la deficiente planificación de la ciudad y las consecuentes situaciones de vulnerabilidad social y expoliación urbana son antesalas de escenarios conflictivos. Asimismo, el desarrollo de áreas industriales y la presencia de infraestructuras como los rellenos sanitarios, plantas termoeléctricas, tendidos de alta tensión y otras, implican riesgos para la población. Estos emprendimientos suelen configurar para la sociedad un juego dialéctico entre equipamiento productivo y urbano necesario para generar fuentes de trabajo y satisfacer necesidades, con las posibles degradaciones de las condiciones de vida que estas infraestructuras involucran. No son pocas las veces que se manifiesta la disyuntiva entre trabajo y ambiente.

En el orden de la explotación de recursos, la reprimarización de la economía y desregulación de los recursos “naturales” o bienes comunes como la minería, o las actividades hidrocarburíferas, conlleva un extractivismo que no solo presiona sobre los recursos renovables, sino que también, en su voracidad, contamina otros recursos, como el suelo y el agua, deteriorando las condiciones de vida de las sociedades locales.

⁴⁵ Augé, Marc, 1993, *op. cit.*, supra, nota 42, pp. 40-41.

⁴⁶ Cfr. Sabattini, Francisco y Claudia Sepúlveda (1997), “Asociaciones de canalistas en Chile: Tradición, poder y legalismo en la gestión de conflictos”, en Sabatini, F. y C. Sepúlveda (eds.), *Conflictos Ambientales. Entre la Globalización y la Sociedad Civil*, CIPMA, Santiago, pp. 235-250.

En el orden de la demanda social, el aumento de la participación ciudadana impulsada por los nuevos instrumentos de participación, como las audiencias públicas, plebiscitos, creaciones de defensorías de pueblo y los nuevos dispositivos de movilización ciudadana, como los grupos y asambleas de autoconvocados, plantean un reapropiación de lo público con mayor poder de demanda por parte de las comunidades locales.

En una búsqueda de síntesis, podemos decir que el notable incremento de conflictos ambientales en las últimas décadas en la Argentina es consecuencia de dos paradigmas en tensión. Por un lado, las políticas neoliberales que desde los años 90 han incentivado la mercantilización del territorio y de los recursos ecológicos. Claro ejemplo han sido la desregulación de explotación de minería e hidrocarburos, y la flexibilización de normativas de planificación urbana y territorial. Y por otro lado, el paradigma del desarrollo sustentable que ha ganado legitimidad y legalidad en el mismo periodo. Sin duda, esta tendencia refleja las grandes agendas ambientales internacionales, como la Agenda XXI.⁴⁷ Con la nueva Constitución Argentina del año 1994 “el ambiente” pasa a ser un bien jurídicamente protegido. Se establecen criterios o presupuestos mínimos para que dicha protección se materialice en diversas leyes ambientales. Al mismo tiempo, se crean instrumentos de participación ciudadana. A su vez, el aumento de la conciencia ecológica corre el límite de lo aceptable e instala nuevas percepciones de riesgos. Todo esto contribuye a que se configure una sociedad más demandante, con mayores herramientas jurídicas y con nuevos dispositivos de movilización.

Los caminos paradigmáticos divergentes hicieron que el incremento de la mercantilización del territorios y recursos o bienes comunes, se encontraran con una ampliación de conciencia ambiental y una ciudadanía más instrumentada.

Este es un escenario de tensión latente que se activa como conflicto ante la instalación de un megaemprendimiento inmobiliario, de un relleno sanitario de residuos o de un proyecto minero, etcétera.

En la dinámica del conflicto hay siempre un elemento disparador, el anuncio de una obra, como el caso papeleras del Río Uruguay, un evento de contaminación y/o afecciones a la salud, como en el caso relleno sanitario de Villa Domínico, Avellaneda RMBA, las sospechas de connivencia entre el gobiernos y empresas, como en los casos mineros de Esquel y La Alumbrera.

⁴⁷ Es un plan detallado de acciones que deben ser implementado a nivel mundial, nacional y local por entidades de las Naciones Unidas y los gobiernos de sus estados miembros, en materia de política ambiental.

Otros conflictos, como los que involucran a los pueblos originarios en la defensa de su territorio y recursos, surgen como consecuencia de la aplicación de un modelo de desarrollo basado en la expansión de la frontera agropecuaria y generan una tensión progresiva.

El conflicto comienza con la conciencia o sospecha de que algo en el orden de la reproducción de la vida o de la calidad de vida se halla en riesgo. En la dinámica del conflicto se modifican representaciones de los bienes comunes y del territorio; y a la vez se crean actores sociales.

En materia de representaciones hay una puja de racionalidades, el saber cotidiano queda deslegitimado ante el saber técnico-profesional. Las batallas se dirimen en el ámbito de los discursos legitimados. Frente al discurso técnico-burocrático que legitima la permanencia o la instalación de una obra argumentando que no contamina y que generará empleo, surge un discurso de confrontación por parte de las organizaciones demandantes, que se van apropiando de saberes técnicos. El saber técnico-disciplinar sobre el ambiente es la antelada de otro saber técnico, que es el legal. La apropiación de un lenguaje técnico que se da en el proceso de confrontación, es un conjunto de conceptos técnico-científicos que se reproducen en la necesidad de explicar los daños ambientales y a la salud, como también en la necesidad de instalar la problemática en la agenda pública buscando el diálogo o la confrontación con gobiernos.

Este lenguaje se direcciona hacia la explicación de procesos químicos, físicos, biológicos; la caracterización de los efectos sobre la salud, la descripción de procesos urbanos y hacia la incorporación de un lenguaje administrativo-legal y sociológico, que muchas veces en nombre de la oferta de trabajo subordina la problemática ambiental. Anthony Giddens, en su conceptualización de la doble hermenéutica, señala que “[...] hay un continuo desplazamiento de los conceptos contruidos en sociología, por lo cual se apropian de ellos aquellos individuos para el análisis de cuya conducta fueron originalmente acuñados [...]”. Esta circulación de conocimientos entre conceptos teóricos y el sentido común, no es exclusivo de la sociología, sino que proviene de distintos campos de conocimiento académico-científico. En el caso de las problemáticas ambientales es necesaria la apropiación de saber experto académico para validar el proceso de confrontación. Gabriela Merlinsky destaca el rol protagónico de los profesionales integrantes de las organizaciones en el proceso de traducción de las demandas en términos de lenguaje experto, y en la elaboración de acciones judiciales.⁴⁸ Este tránsito de saberes desde la perspectiva de Funtowicz y Ravetz

⁴⁸ Cfr. Merlinsky, Gabriela, *op. cit.*, supra, nota 24.

remite a la “ampliación de la comunidad de pares”;⁴⁹ es decir, a la combinación multisectorial y disciplinar de diversos tipos de actores que refleja la complejidad de los diferentes puntos de vista, modelos, marcos de análisis y valores, con el fin de incluir a las poblaciones en las decisiones científico-tecnológicas que afectan sus vidas cotidianas.

Esta construcción de conocimientos tiende a prevenir o a amortiguar los impactos de la amenaza o los efectos de la degradación ambiental, a intentar explicar o interpretar los problemas ambientales, a generar sentidos a las reivindicaciones, y embeberlas de legitimidad.

En la activación de las representaciones hay, a veces, un juego solapado por la valorización económica del territorio. Máximo Lanzetta⁵⁰ señala que la renta urbana⁵¹ es muy sensible a la percepción ambiental. Las fluctuaciones en la percepción ambiental, valorizan y desvalorizan territorios. Barrios cerrados contruidos arriba de lodos contaminados, pueden revalorizarse con un paisaje verde y una publicidad que habla de calidad de vida. Un edificio fabril puede destruir el valor turístico de una playa, tanto o más que los efluentes que la misma descarga. Los conflictos ambientales son también por la renta urbana, por quien se apropia de esa renta, y muchas veces, la volátil percepción ambiental es una arena de luchas, de pujas por imponer significados.

En los conflictos ambientales se crean actores sociales: autoconvocados de Esquel por el “No a la Mina”⁵² y la “Asamblea Ambiental Ciudadana de Gualaguachú”, Asamblea Ambiental, Regional Ensenada, Berisso, La Plata de vecinos y ONG por “No más CEAMSE”. Estos actores resignifican la problemática, se apropian de términos técnicos para jerarquizar y dar legitimidad a la demanda.

Hasta la década de 1990 las ONG (Organizaciones No Gubernamentales) eran las protagonistas en el ejercicio de la demanda por cuestiones ambientales, allí residía el saber técnico y la capacidad de movilizar. Intentaban incidir en la agenda mediática, utilizaban los instrumentos legales disponibles como

⁴⁹ Cfr. Funtowicz, Silvio y Jerome Ravetz (1974), *Ciencia Posnormal*, CEAL, Buenos Aires.

⁵⁰ En una entrevista en el marco de un análisis de conflictos ambientales.

⁵¹ La renta urbana se refiere a un proceso de valorización del suelo a partir de la incorporación o mejora de valores de uso (servicios públicos, vías de accesos, etc.) en terrenos que ofrecen condiciones de constructibilidad. Ver Jaramillo, Samuel (1982), “El precio del suelo urbano y la naturaleza de sus componentes”, en *La tierra y el desarrollo urbano*, Sociedad Interamericana de Planificación, México.

⁵² Cfr. Walter, Mariana (2006), “Conflictos ambientales ¿Por qué Esquel dijo No al Proyecto Minero?”, *Taller V, Memoria de Licenciatura en Ecología Urbana*, Universidad Nacional de General Sarmiento.

los recursos de amparo y otros. Luego, con la crisis del 2001, se forjaron nuevas formas de demanda social y pasaron a tener protagonismo los grupos de autoconvocados, organizaciones flexibles movilizadas ante un evento o un hecho puntual. Estos grupos orientan sus acciones hacia la visibilización del reclamo, con una decidida intención de tener repercusión mediática, e intentan demostrar su capacidad para detener un emprendimiento mediante bloqueos y cortes de ruta.

Las ONG siguen siendo portadoras de contenidos, pero hay también una búsqueda de respuestas en ámbitos académicos, al tiempo que las universidades han ganado influencia en el espacio territorial donde están emplazadas.

Maristella Svampa señala seis características comunes de los movimientos socioambientales de América Latina:⁵³

- 1- La territorialidad, como forma de potenciación de un lenguaje de valoración divergente enfrentado a la lógica económica extractiva.
- 2- La acción directa, que implica el uso de medidas de presión directa combinadas con demandas legales e incluso la utilización de mecanismos constitucionales (plebiscitos).
- 3- La democracia asamblearia, que implica la formación de espacios políticos horizontales encargados de proponer un saber contraexperto.
- 4- La demanda de autonomía, que se observa en la formación de organizaciones auto-convocadas sin lazos explícitos con el sistema político.
- 5- El carácter intersectorial de su composición, que incluye diferentes clases sociales, grupos profesionales, diversidad de filiaciones culturales y étnicas.
- 6- La multiescalaridad, pues en los conflictos frecuentemente se genera un cruce de actores que operan en diferentes escalas territoriales y jurisdicciones.

En varios casos, el proceso organizativo devela la presencia de un potencial organizativo previo que trasciende la problemática ambiental. Analizando el caso de las organizaciones contra rellenos sanitarios en Buenos Aires, se hace visible que están fuertemente relacionadas con el contexto histórico y las condiciones socioeconómicas y culturales de las comunidades locales.

⁵³ Svampa, Maristella (2008), *Cambio de época. Movimientos sociales y poder político*, Siglo XXI, Buenos Aires.

Así, la Asamblea de Wilde surgida en la crisis de 2001-2, reclamando en contra del “corralito” (restricción en la extracción de dinero), se sumó a los reclamos de las Madres de la Torres de Wilde contra el relleno de Villa Dominico. Con la incorporación de la Asamblea de Wilde se sumaron otras asambleas a la protesta contra CEAMSE, como las de Don Bosco, Bernal, Quilmes. En los últimos años, ante el megaemprendimiento “Nueva Costa del Plata”, se crea el Foro Regional en Defensa del Río de la Plata, la Salud y el Medio Ambiente, que reúne a vecinos y organizaciones de Avellaneda, Quilmes, Berazategui, La Plata y Ensenada.

En el caso de Ensenada, la lucha contra la instalación del Puente Colonia-Punta Lara, que involucró la participación de diversas organizaciones, consolidó las resistencias locales frente a un megaproyecto que podía tener grandes beneficios regionales y binacionales, pero a la vez, fuertes impactos en los territorios previstos como cabeceras del viaducto. Esta resistencia se sustentó en la protección de la selva marginal. Las mismas organizaciones confluyeron en una Asamblea contra el relleno sanitario de Ensenada.

Las comunidades del NO y los imaginarios territoriales

El llamado NIMBY “*Not In My Back Yard*” (no en mi patio trasero), constituye un fenómeno de rechazo a la localización de una actividad que es funcional a la sociedad global por parte de una sociedad local, que se siente afectada negativamente por la proximidad a la misma, no es un fenómeno estético o higiénico, sino refiere a la manera que se distribuye y es percibido el riesgo. Frente a las situaciones amenazantes la tendencia al NO es convocante y lleva a posiciones inflexibles. El pasaje a lo propositivo implica un salto cualitativo, no exento de fragmentaciones y transformaciones de las organizaciones y sus objetivos. Las organizaciones que ganan en capacidad de movilización y organización por el NO, ceden en la cuestión propositiva. De hecho, la mayor parte de las organizaciones estudiadas que resistían al CEAMSE (a los rellenos sanitarios) en un principio coincidían en que debía ser el Estado el portador de la propuesta. Al llevar la cuestión propositiva a manos del Estado de alguna manera, las organizaciones dicen: “hasta acá llego”. Frente al discurso cerrado del poder, la elaboración de un contra discurso que solo apunta al “no en mi localidad”, ¿no es igualarse en la rigidez de un discurso? ¿El NO es el límite de lo pensable?

Bajo el imperio del NO, las más perjudicadas son las sociedades locales menos demandantes o con menos posibilidad de articular una demanda, o bien los territorios sin comunidades locales arraigadas, los llamados “no lugares”.

El NO aglutina con mayor fuerza que las posiciones propositivas. El desarrollo de propuestas requiere organización para planificar e implementar, y sobre todo, un cambio en la visión delegativa hacia el Estado. El futuro de los territorios comienza por imaginarlos colectivamente y por apropiarse de esos imaginarios.

La clave de los conflictos ambientales está en quiénes y cómo lo gestionan, en los consensos y disensos acerca del futuro de los territorios, en la posibilidad de democratizar su gestión. Los conflictos pueden reconfigurar el mapa de actores y los mecanismos de interacción entre los mismos, como también las relaciones que se entablan entre la sociedad y el ambiente. Su potencial de cambio es, a su vez, una oportunidad.

La mirada social del ambiente demanda analizar los procesos sociales e históricos, conocer los actores involucrados y sus relaciones, y cuáles son los significados que circulan sobre el ambiente y el territorio. A partir de allí, identificar la población vulnerable ante situaciones amenazantes, la dinámica de los conflictos latentes o vigentes, y la reconstrucción permanente de actores, organizaciones y representaciones. Sabiendo que la interacción entre la sociedad y su ambiente es dinámica y es de naturaleza material, relacional, histórica y simbólica.

Bibliografía del Capítulo 6

- AGNEW, J. (1993), “Representar el Espacio. Espacio, escala y cultura en las ciencias sociales”, en Duncan, James & Ley, Davil (eds.), *Place, culture and representation*, traducción de Federico Fritzsche, Routledge, Londres.
- AMARILLO DE CANILLA, R., F. BARRIOS, R. CÉSPEDES y J. MORINIGO (1984), *Efectos sociales de las inundaciones en la Gran Asunción*, Cuadernos de la Pastoral Social II, Asunción.
- AUGÉ, M. (1993), *Los no lugares espacio del anonimato. Una antropología de la sobremodernidad*, Gedisa, Barcelona, pp. 57-58.
- BLOCKER, J., E. B. ROCHFOR Jr. y D. SHERKAT (1991), “Political Responses to Natural Hazard: Social Movement Participation following a Flood

- Disaster”, en *Mass Emergencies and Disasters*, vol. 9, nº 3, Arizona State University, Arizona.
- BOYDEN, S. y otros (1981), *The Ecology of a city and its people: the case of Hong Kong*, Stephen Boyden Australian National University Press, Canberra.
- CARBALLO, C. T. (2001), “Inundación degradación urbana y construcción social del riesgo”, en *Revista Geográfica*, nº 129, enero/junio, Buenos Aires.
- CASTEL, R. (2002), “De la exclusión como estado a la vulnerabilidad como proceso”, *Revista Arquipielago*, nº 21, Barcelona.
- DOUGLAS, M. (1973), *Pureza y peligro. Un análisis del concepto de contaminación y tabú*, Siglo XXI, Madrid.
- FRITZ, C. (1974), “Desastres”, en *Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales*, Aguilar, Bilbao.
- FUNTOWICZ, S. y J. RAVETZ (1994), *Ciencia Posnormal*, CEAL, Buenos Aires.
- GALLOPIN, G. (1980), “El medio ambiente humano”, en *Estilos de desarrollo y Medio Ambiente en América Latina*, Fondo de Cultura Económica, México.
- GONZÁLEZ, J. A. (1994), *Más Cultura. Ensayos sobre realidades plurales*, Ediciones Pensar en cultura, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.
- GRAVANO, A. (2004), “De la lata a la dialéctica los imaginarios urbanos y organizacionales en los planes de desarrollo estratégico”, en Pérez, Patricia (compil.), *Las Figuras de la crisis*, Nueva Generación, Buenos Aires, pp. 115-146.
- HAGMAN, G. (1984), “Prevention better than cure. Report on human and environmental disaster in the Third World”. Preparado para la Cruz Roja de Suecia, Estocolmo y Génova.
- HANNIGAN, J. y R. KUENEMAN (1978), “Anticipating flood emergencies: A case study of Canadian Disaster subculture”, en Quarantelli, E. (ed.), *Disasters: theory and research*, Sage Publications, Beverly Hills, California.
- HERZER, H. y R. GUEVEICH (1995), “Degradación y Desastres: parecidos y diferentes. Tres casos para pensar y algunas dudas para plantear”, *Taller de Degradación Ambiental Urbana y Desastres*, Quito, mimeo.

- HERZER, H. (1994), "Los Desastres: consideraciones conceptuales", en *Conferencia Interamericana: Experiencias Nacionales en Reducción de Desastres*, 21 al 24 de marzo, Cartagena de Indias.
- _____ (1990), "Los desastres no son tan naturales como parecen", en *Medio Ambiente y Urbanización*, año 8, n° 30, IIED-Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires.
- JARAMILLO, S. (1982), "El precio del suelo urbano y la naturaleza de sus componentes", en *La tierra y el desarrollo urbano*, Sociedad Interamericana de Planificación, México.
- KOWARICK, L. (2002), "Viver em risco. Sobre a vulnerabilidade no Brasil urbano", en *Novos Estudos, CEBRAP*, 63, San Pablo.
- _____ (1996), "Expoliación urbana, luchas sociales y ciudadanía: retazos de nuestra historia reciente", en *Estudios Sociológicos XIV*, 42, San Pablo.
- _____ (1980), "El precio del progreso: Crecimiento económico, expoliación urbana y la cuestión del medio ambiente", en Sunkel y Giglo (compil.), *Estilos de desarrollo y medio ambiente*, Fondo de Cultura Económica, México.
- KUTAK, R. (1938), "Sociology of Crises: The Louisville Flood of 1937", en *Social Forces* 17, pp. 66-72.
- MASKERY, A. (1989), *El manejo popular de los desastres naturales*, IT, Lima.
- MERLISNKY, G. (2009), "Atravesando el río: La construcción social y política de la cuestión ambiental en Argentina", Tesis para el Doctorado en Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, *Sciences Sociales*, n° 8, París, pp. 36-82.
- MERTON, R. y R. NISBET (1961), *Contemporary social problems*, Harcourt, Brace & World inc., Nueva York.
- MOSER, C. (1995), "Situaciones críticas, Reacción de los hogares de cuatro comunidades urbanas pobres ante la vulnerabilidad y la pobreza", en *Serie de estudios y monografías sobre el desarrollo ecológicamente sostenible*, n° 7S, Banco Mundial, Washington.
- NATENZON, C. (1995), "Catástrofes naturales, riesgo e incertidumbre", Serie de Documentos e informes de Investigación, n° 197, FLACSO, Buenos Aires.
- PANTELIC, J. y otros (1994), "Mitigación de terremotos a través de la recons-

- trucción: La integración de la vivienda y el empleo para la rehabilitación sostenible de la comunidad”, *Conferencia Interamericana: Experiencias Nacionales en Reducción de Desastres*, Cartagena de Indias, 21 al 24 de marzo.
- PRASAD, J. (1935), “The Psychology of Rumour: A Study Relating to the Great Indian Earthquake of 1934”, en *British Journal of Psychology* 26, pp. 1-15.
- QUARANTELLI, E. (1978), “Some Basic Themes in Sociological Studies of Disasters”, en Quarantelli, E. (ed.), *Disasters: theory and research*, Beverly Hills, Sage Publications, California, p. 282.
- SABATINI, F. y C. SEPÚLVEDA (1997), “Asociaciones de canalistas en Chile: Tradición, poder y legalismo en la gestión de conflictos”, en Sabatini, F. y C. Sepúlveda (eds.), *Conflictos Ambientales. Entre la Globalización y la Sociedad Civil*, CIPMA, Santiago, pp. 235-250.
- SOJA, E. (1985), “La espacialidad de la vida social: hacia una reteorización transformativa”, en Derek, Gregory y John Urry (eds.), *Social Relations and Spacial Structures*, traducción H. A. Torres, Mac Millan, Londres, cap.6, p. 5.
- SUÁREZ, F. y M. RABEY (1997), “El Río y la Ciudad: Asentamientos marginales ribereños en Asunción del Paraguay”, en *Revista Paraguaya de Sociología*, año 34, n° 9, mayo/agosto, Asunción, pp. 133-146.
- SUÁREZ, F. (1997), “Nuevas tendencias residenciales en la ciudad de Buenos Aires”, en *Carta Económica Regional*, año 9, n° 52, pp. 31-38, Universidad de Guadalajara.
- _____ (1994), “Con el corazón en la Boca, metáforas de una inundación”, en *Desastres y Sociedad*, agosto-diciembre, año 2, n° 3, Lima.
- SVAMPA, M. (2008), *Cambio de época. Movimientos sociales y poder político*, Siglo XXI, Buenos Aires.
- TUNER, V. (1974), *Dramas, fields, and methafors*, Ítaca, Cornell, University Press.
- WALTER, M. (2006), “Conflictos ambientales ¿Por qué Esquel dijo No al Proyecto Minero?”, *Taller V, Memoria de Licenciatura en Ecología Urbana*, Universidad Nacional de General Sarmiento.
- WILCHES-CHAUX, G. (1998), *Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, Mecánico y soldador o Yo voy a correr el riesgo*, La Red, Lima.

Tercera parte:
ESTRUCTURAS Y FUNCIONES

Capítulo 7

Ecología de los bordes urbanos

Alejandro Crojethovich Martin
Andrés Barsky

Introducción

Este capítulo se refiere a las características, condiciones y particularidades necesarias para que una ciudad se estructure, se mantenga y evolucione. Discutiremos las características y condiciones de naturaleza fundamentalmente ecológica, que constituyen conceptualizaciones útiles para comprender el funcionamiento de las ciudades; es decir, de los sistemas urbanos que, como se refirió en los capítulos anteriores, tienen como principales componentes a un conjunto de recursos naturales y construidos, a la población que allí vive y desarrolla actividades, y al intercambio de productos que recibe y produce.

Las regiones en las que se asientan los centros urbanos serán analizadas como parte de las referidas condiciones ecológicas, dado que pueden cumplir un rol potenciador o limitante de sus evoluciones y desarrollos. Esto es así, si se considera como “soporte” a la ciudad y su entorno, es decir, lo que podríamos llamar su región de pertenencia o el nivel regional. Pero otras escalas o niveles (nacional, global) también constituyen sistemas de soporte e influyen sobre la estructura y funcionamiento. Es decir, las ciudades como sistemas abiertos interactúan con otros sistemas abiertos a distintas escalas.

Para Odum, la ciudad es un “parásito” del ambiente natural y de lo que llama “ambientes domesticados” (fundamentalmente referidos a los ambientes agropecuarios, forestales e industriales). Para explicarlo en forma muy simplifi-

cada, Odum basa su calificación en que, en general, la ciudad no constituye una fuente primaria de alimentos, no limpia o purifica su atmósfera, y purifica solo una pequeña cantidad de agua, para que puede ser reusada. Más grande es la ciudad, mayor es la necesidad de “parasitar” otras áreas productivas y naturales.¹

Desde el punto de vista energético, para Montenegro, entre otros autores, las ciudades son consideradas como sistemas heterótrofos, o sea, consumidores. Es decir, si consideramos la relación entre “P” que es la energía radiante efectivamente captada por los autótrofos –en su mayoría vegetales– y “R” la respiración o pérdida de calor tras la degradación energética (ambas medidas en un tiempo dado) el cociente P/R en una ciudad tiende a ser menor que uno ($P/R < 1$). El desbalance entre la energía radiante que captan los vegetales y la energía calórica es debido a las grandes importaciones de energía química que debe hacer la ciudad. Esas importaciones de energía provienen de los agroecosistemas, de ecosistemas “balanceados” (en los que P/R tiende a uno o es igual a uno), es decir, sistemas poco disturbados, como el bosque subantártico argentino (desde Neuquén hasta Río Negro) y de la quema de combustible fósil que procede –en su mayoría– de ecosistemas ya extinguidos. Lo que no se degrada hasta calor en los sistemas productores (como los bosques y los cultivos) sí lo hace en los asentamientos humanos densos e industrializados. De allí que las urbes sean verdaderas islas de calor.²

Pero las ciudades, las metrópolis, las megalópolis, no están constituidas por ecosistemas de estructura homogénea. El conjunto de ecosistemas que conforman una ciudad, conjunto que se puede denominar *el paisaje urbano* se estructura en forma de un mosaico de usos del suelo. La disposición de los elementos del mosaico en el espacio permite caracterizar la organización del paisaje urbano como se desarrolla en este capítulo. Otras particulares e importantes características a desarrollar serán las modificaciones, interrupciones o carencia de los llamados *servicios o funciones ecológicas*, que son servicios fundamentales para la dinámica urbana.

Por otro lado, las ciudades utilizan recursos que se producen en territorios que están fuera de sus fronteras (productos agropecuarios, forestales, combustible, por citar algunos), y por lo tanto, el área total requerida para mantener la ciudad es mayor que su mancha urbana – y en general, del área o entorno inmediato–; es decir, el periurbano y los sistemas aledaños. Así, se desarrollará el concepto de

¹ Cfr. Odum, Eugene (1993), *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems*, Second Edition, Sinauer Associates Inc. Publishers, Mass, USA, pp. 25-37.

² Cfr. Montenegro, Raúl (2000), *Ecología de Sistemas Urbanos*, Centro de Investigaciones Ambientales, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata, p. 84.

huella o impronta ecológica, y sus implicancias ecológicas, económicas y políticas, en el actual proceso de globalización.

El concepto de huella ecológica está ligado a otro concepto proveniente de la ecología tradicional: el de *capacidad de carga*. Para una región urbana, la capacidad de carga puede ser interpretada como la máxima tasa de consumo de recursos y producción de residuos que puede realizarse indefinidamente en dicha región sin destruir progresivamente la integridad funcional y la productividad de los ecosistemas de los que depende. Huella ecológica y capacidad de carga pueden caracterizar el metabolismo urbano, y una de sus propiedades, como es la asimetría de los intercambios entre la ciudad y su entorno. Esa asimetría determina lo que denominamos *fronteras asimétricas*, que serán discutidas en este capítulo, de la misma forma que los indicadores que permiten medir esta organización asimétrica.

7.1. La frontera urbana. Los sistemas productivos y de servicios internos y externos

La población urbana a nivel mundial se duplicó en un siglo y actualmente representa algo más del 50% de la población total del planeta. Más de 400 ciudades ya superan el millón de habitantes. Es evidente que la ciudad atrae y atrae población, lo que es bastante lógico dadas las características sociales de la vida urbana, como la mayor probabilidad de encontrar empleo, más oferta en servicios esenciales como la salud y la educación, recreación, etc. Este hecho, a su vez, está complementado porque el campo expulsa población, signada por la falta de mano de obra en correlación con las nuevas tecnologías, la escasa o casi nula provisión de servicios esenciales y recreacionales, etc. Si bien esta realidad es más evidente en los países menos desarrollados, no escapan a esta situación muchos centros rurales de los países más desarrollados. En general, la velocidad del proceso de urbanización en las ciudades del sur es mayor —así como sus dimensiones—, mientras que las del norte del planeta se desarrollan con poblaciones más envejecidas, con inmigraciones de ciudadanos pobres de países de menores ingresos, con signos de pauperización de su patrimonio histórico, y aumento de la intensidad de uso de los recursos naturales, ya altamente explotados y degradados.³

³ Cfr. Conferenza Nazionale Energia e Ambiente 25-28 noviembre de 1998 (2001), *Lo Sviluppo sostenibile. Per un Libro Verde su ambiente e sviluppo*, ENEA, Roma, p. 45.

El modo de vida urbano parcializa el ciclo de la producción y del consumo, y como consecuencia, contribuye al aumento de la producción de residuos. La ciudad además consume, muchas veces de manera ineficiente, grandes cantidades de recursos ambientales, extrayéndolos en territorios externos a sus fronteras administrativas: es, por ejemplo, el caso del agua, que proviene, en muchos casos, de fuentes que se hallan en áreas menos sujetas a contaminación, como las zonas montañosas, y el caso de los materiales inertes (lo que se conoce como áridos: arena, grava, cal, etc.) utilizados para la construcción de edificios e infraestructura, casi siempre extraídos de territorios, como mínimo, provenientes de la zona de influencia regional del enclave urbano.

Más aún, muchas veces los recursos provienen de sitios mucho más lejanos. Para muchas ciudades europeas, los combustibles fósiles, las maderas preciadas y algunas otras materias primas provienen de otros continentes, en particular del hemisferio sur.

Esta provisión a distancia tiene, casi siempre, un apreciable costo ambiental, y genera conflictos con otros usos locales. Por ejemplo, las aguas consumidas por las ciudades, provenientes de las zonas montañosas a costa de usos locales turísticos o agrícolas; o la energía de origen hídrico, que conlleva problemas ambientales donde están localizadas las centrales hidroeléctricas; o la degradación paisajística local, causada por las cavas para la extracción de áridos; o la contaminación del suelo en las zonas de explotación petrolera, o las consecuencias ambientales derivadas de la tala de árboles, etc. La distancia geográfica entre extracción y consumo incide, de alguna manera, en la posibilidad de que las poblaciones urbanas sean concientes de visualizar los costos que sus propias actividades generan y, por lo tanto, de interiorizar sus propias responsabilidades, afectando así la probabilidad de que se produzca una reacción colectiva que busque minimizar los impactos. Ello es muchas veces practicable, simplemente, con una reducción de la demanda, mejorando así la modalidad de extracción y privilegiando los recursos renovables, valorizando la posibilidad del reciclaje, garantizando la recuperación y compensación ambiental. Estos comentarios no procuran propiciar una imposible autonomía de las ciudades de los insumos que la abastecen, pero se señala que es necesario el conocimiento y la concientización de los habitantes al respecto.

Al mismo tiempo, como las ciudades tienden a comportarse como un consumidor ineficiente desde el punto de vista ecológico, su metabolismo produce grandes cantidades de emisiones y residuos, que en muchos casos

son exportados hacia áreas extraurbanas. Basten como ejemplos las plantas de depuración de líquidos cloacales o los rellenos sanitarios para los residuos urbanos. Si bien esta localización es más favorable que su emplazamiento en áreas urbanas densamente pobladas, no puede hacer olvidar que la comunidad urbana tendría también la posibilidad de intervenir, reduciendo los efectos de sus metabolismos, a través de innovaciones tecnológicas en los procesos productivos o modificaciones en el comportamiento del consumo (posibilidad de reducir las emisiones adoptando tecnologías más limpias; ahorro y reciclaje de materiales, recolección diferenciada y reciclaje de los residuos).

La idea de *huella ecológica* trata de poner en evidencia esta relación entre lo local y lo global. El área ecológicamente productiva, es decir, la superficie territorial necesaria para proveer el alimento, instalar viviendas, transportar y producir bienes y servicios para los habitantes de una ciudad es calculada, por ejemplo, cuantificando las hectáreas de bosque necesarias para absorber las emisiones de CO₂ emitidas por el metabolismo urbano. El déficit entre la superficie necesaria y la superficie de bosque disponible da una idea de la huella ecológica de una ciudad, área que, sobre todo, en la parte del mundo económicamente más rica, resulta ser superior de algunos cientos de veces respecto del área físicamente ocupada por la ciudad en sí.⁴

Es difícil establecer dónde termina lo urbano y empieza lo rural o “lo natural”. Estas divisiones, útiles desde el punto de vista del análisis técnico-académico, y que nos permiten desarrollar conceptos y herramientas para el conocimiento y manejo de situaciones particulares, no deben opacar la visión de totalidad. En ese sentido, es elocuente la expresión de una “arquitecta paisajística” como Anne Spirn: “la ciudad es un jardín de granito, compuesta de muchos pequeños jardines, implantados en un gran jardín mundial... la ciudad es parte de la naturaleza”.⁵

Si bien el ambiente de la ciudad ha sido considerado como un ambiente proveedor de mayores oportunidades de distinta índole y, en síntesis, de mayor libertad de elección y estilos de vida, actualmente los ciudadanos, sobre todo, los más débiles, como los ancianos, los niños y los más pobres, están mayormente expuestos y son más vulnerables a los efectos sanitarios de la contaminación urbana: tumores, enfermedades respiratorias, alergias,

⁴ El concepto de *huella ecológica* será profundizado en otras secciones de este capítulo.

⁵ Cit. en Cronon, William (1991), *Nature's Metrópolis. Chicago and the Great West*, W.W. Norton & Company Ind., New York, p. 19.

disturbios auditivos, perturbaciones del sueño, *stress* psicológico; todos ellos considerados indicadores sanitarios del malestar ambiental urbano. Si no se plantean y subsanan estos procesos y no se activan políticas específicas, la calidad de vida urbana corre serios riesgos de degradarse.⁶

El concepto de sustentabilidad, expresado a nivel urbano, debe tener presente estas fuertes relaciones entre la escala local y la global, entre los componentes físicos y sociales del ambiente. Las administraciones locales, por estar más cerca de los problemas, pueden entender mejor las especificidades y urgencias, y otros actores sociales locales (asociaciones, empresas, sindicatos) pueden jugar un rol activo. Los recursos tecnológicos, financieros y culturales tienen en las ciudades la masa crítica para poder producir los procesos más innovativos. Es decir, la compleja sociedad urbana, caracterizada por su capacidad de generar roles socioeconómicos y culturales protagónicos, puede proveer el instrumento idóneo para el cambio hacia sistemas de mayor sustentabilidad. En síntesis, se pueden aprovechar positivamente muchos elementos que hasta hoy se comportan como factores de insustentabilidad.

La forma y dimensión puede ser repensada controlando los modos de crecimiento de acuerdo a la capacidad de carga ambiental, distribuyendo las funciones de manera más integrada entre ciudades de una región y de una nación, valorizando las sinergias existentes para un mejor uso y manejo de sus recursos. Las capacidades tecnológicas instaladas pueden ser valorizadas para aumentar la eficiencia ambiental urbana con sistemas más avanzados, como las telecomunicaciones, la producción limpia, los sistemas de control ambiental automáticos, las tecnologías que valorizan las fuentes renovables, el uso de nuevos materiales. Los procesos sociales pueden ser estimulados en la dirección de mejorar la capacidad de gestión y mantenimiento de la calidad urbana y el sentido cívico de pertenencia. Se pueden experimentar nuevos modelos organizativos y de gestión de los servicios públicos.⁷

Esto implica que la competencia entre ciudades, países y bloques económicos debe ir tendiendo a la cooperación. Cada ciudad es distinta de otra, por sus dimensiones, su cultura, sus recursos. Cada ciudad debe encontrar por sí misma su mejor vocación ambiental, basándose en su propia historia y en los instrumentos que puedan protegerla, desarrollarla y sostenerla a futuro. Esta no es una visión utópica, es una concepción

⁶ Este tema es desarrollado con mayor detalle en los capítulos siguientes.

⁷ Cfr. Conferenza Nazionale Energia e Ambiente, *op. cit.*, supra, nota 3, p. 47.

realista, perfectamente aplicable si las naciones se propusieran seriamente –y no cosméticamente– considerar la cuestión ambiental.

7.2. Factores clave para la caracterización de los asentamientos urbanos

Acudiendo a una simplificada síntesis, es posible identificar tres ejes o factores claves para la caracterización de los asentamientos urbanos que condicionan la problemática ambiental urbana de cada ciudad: las condiciones del soporte natural, el patrón de asentamiento (definido por la evolución de su forma y tamaño) y el perfil socioeconómico.

Condiciones de soporte natural

El soporte natural de una ciudad y su región de influencia plantea a menudo restricciones para el asentamiento, las que constituyen determinantes críticos de las condiciones ambientales urbanas. Si bien es difícil establecer una tipología de las variaciones regionales aplicable a la mayoría de las ciudades, los principales tipos de ecosistemas regionales asociados a dichas condiciones incluyen, entre otros, los siguientes:⁸

- a. **Regiones costeras.** Muchas ciudades están asentadas a lo largo de sistemas costeros o estuarios. De las 100 ciudades más grandes del mundo, 36 están asentadas en este tipo de sistemas. A su desarrollo están asociados una serie de problemas ambientales tales como: contaminación marítima y de áreas portuarias, contaminación de playas, pérdida de humedales y erosión costera, entre otros.
- b. **Áreas de cuencas de ríos y lagos.** La mayor parte de las ciudades no costeras están asentadas a lo largo de ríos y enfrentan problemas por la variación del nivel de las aguas, así como problemas de cantidad y calidad. Son innumerables los ejemplos, aunque basta con citar las inundaciones del Área Metropolitana de Buenos Aires, potenciadas por

⁸ La siguiente tipología fue elaborada por el Programa de Gestión Urbana, Banco Mundial / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) / Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (CNUAH), en Di Pace, María y Adriana Allen (1997), “Módulo de apoyo a la Unidad 2: La problemática ambiental urbana”, documento interno, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Provincia de Buenos Aires, pp. 16-21.

el régimen de caudal y la contaminación de las cuencas que la atraviesan. Las ciudades asentadas en áreas lacustres también presentan problemas ambientales típicos, incluyendo la eutroficación de los cuerpos de agua provocada por residuos domésticos, agrícolas e industriales, como por ejemplo, la ciudad de Bariloche, en la Patagonia argentina, ubicada sobre el lago Nahuel Huapi.

- c. **Regiones áridas.** Muchas ciudades están asentadas en zonas áridas o semiáridas. En América Latina aproximadamente el 60% de la población urbana habita en áreas áridas y semiáridas, las que concentran solo el 5% de los recursos hídricos de la región. Estas condiciones inciden en recurrentes faltantes de agua o en inundaciones repentinas, produciéndose una aguda competencia entre usos (doméstico, industrial y agrícola) en las regiones de pertenencia.
- d. **Regiones húmedas tropicales.** Las ciudades en estas regiones son particularmente vulnerables a inundaciones frecuentes y requieren a menudo costosas soluciones de saneamiento. Las altas condiciones de temperatura y humedad potencian la propagación de enfermedades.
- e. **Regiones frías.** Las grandes ciudades asentadas en estas latitudes a menudo presentan problemas de contaminación atmosférica debido al uso intensivo de la energía para fines domésticos e industriales, en particular, en aquellas áreas en que se utilizan, por ejemplo, combustibles como el carbón de baja calidad.
- f. **Regiones montañosas.** El desarrollo urbano en estas regiones se da, en particular, con los asentamientos de distintos grupos sociales sobre laderas y terrazas, provocando problemas de erosión y deslizamientos. Las inundaciones, así como las avalanchas repentinas de sedimentos y piedras en épocas de deshielo, pueden constituirse en problemas severos del soporte geomorfológico.

Estos tipos de ecosistemas urbano-regionales asumen diferentes combinaciones, y constituyen factores críticos básicos para la determinación de estrategias ambientales específicas para cada ciudad. Por ejemplo, en el caso de una ciudad árida costera, la determinación de estrategias para la eliminación de efluentes líquidos debe considerar alternativas técnicas de reutilización de aguas servidas.

Las afirmaciones precedentes procuran destacar la necesidad de considerar, al momento de planificar las estrategias de desarrollo de una ciudad, el tipo de sustrato sobre el que está asentada y las condiciones climáticas específicas que la afectan. De lo contrario, se corre el riesgo de implementar políticas y acciones que funcionan en algunas regiones, pero que son totalmente inapropiadas para otras. En la Argentina, se han adoptado estrategias ambientales de la pampa húmeda para las zonas áridas o semiáridas con resultados desastrosos.

Patrones de asentamiento: dinámica, tamaño y forma de las ciudades

Los patrones de asentamiento de las poblaciones urbanas constituyen indicadores directos del grado de concentración espacial de población, industrias, comercios, vehículos, consumo de energía, uso del agua, generación de residuos y otras presiones ambientales. El agravamiento de algunos problemas ambientales está estrechamente ligado al crecimiento del tamaño de las ciudades. Tal es el caso de metrópolis como San Pablo o México, donde se estima que el uso de automotores privados está creciendo de manera geométrica en relación al tamaño del área urbana.

Según Naciones Unidas, considerando la distribución de la población, la tasa de crecimiento demográfico, la complejidad jurisdiccional y la capacidad administrativa, es posible distinguir en los países en desarrollo cuatro tipos principales de ciudades que presentan diferentes desafíos para la gestión ambiental:⁹

- g. Grandes áreas metropolitanas:** De acuerdo a distintas estimaciones, el número de grandes aglomeraciones con una población mayor a los 2 millones de habitantes crecerá a nivel mundial. Aun cuando datos recientes indican que la tasa de crecimiento de estas megaciudades es inferior a la de décadas pasadas, el número absoluto de población que habita en ellas sigue creciendo de manera sostenida. Estas metrópolis se concentran fundamentalmente en los países en desarrollo, y constituyen aglomeraciones de suma complejidad desde el punto de vista político, administrativo y ambiental, ya que comprenden varias jurisdicciones

⁹ Cfr. United Nations Development Programme (1992), *The Urban Environment in Developing Countries*, Nueva York, p. 18.

municipales. Es el caso de las regiones metropolitanas de México, San Pablo y Buenos Aires, por citar las mayores de América Latina.

- h. Grandes ciudades:** Son aquellas con poblaciones que van desde los 500.000 a los 2.000.000 de habitantes, las más numerosas, y presentan tasas de crecimiento más elevadas que las grandes áreas metropolitanas.
- i. Ciudades intermedias:**¹⁰ Alrededor de 1.400 ciudades poseen una población entre 100.000 y 500.000 habitantes y concentran el 14% de la población urbana mundial, pero su peso relativo entre los cuatro tipos principales de ciudades identificadas tiende a disminuir.
- j. Ciudades y pueblos pequeños:** Existen decenas de miles de centros urbanos con una población menor a los 100.000 habitantes, en los cuales se concentra el 36% de la población urbana mundial, pero este porcentaje tiende a disminuir. Generalmente, poseen sistemas de administración débiles.

Sin embargo, a nivel argentino y latinoamericano las últimas dos categorías presentan desde 1970 tendencias de crecimiento dinámico. Un porcentaje importante de la población argentina vive aún en centros cuyo número de habitantes es inferior a los 10.000.¹¹ Muchos de ellos prestan servicios rurales, están dispersos en todo el país y tienen problemas ambientales particulares, en gran parte relacionados con las regiones donde están localizados y la explotación de los recursos vecinos. En pocos casos se registra actividad industrial significativa.¹²

Factores como la forma, dinámica y tamaño de las ciudades conforman diferentes patrones de uso del suelo, patrones que –como he mencionado– constituyen condicionantes críticos en la calidad ambiental urbana, y están asociados a problemas tales como: contaminación atmosférica, congestión vehicular, degradación de tierras ambientalmente frágiles (por ejemplo, humedales y recursos costeros), ocupación de áreas propensas a desastres (áreas inundables, tierras vacantes próximas a industrias contaminantes o

¹⁰ Para una ampliación acerca de las tendencias de crecimiento demográfico urbano y tamaño de las ciudades a nivel nacional ver el estudio de César Vapñarsky y Néstor Gorojovsky (1990), en el que se adopta intervalos diferentes para la definición de cada rango de ciudad por tamaño, *El crecimiento urbano en la Argentina*, IEED-AL y GEL, Buenos Aires.

¹¹ En Argentina se considera centros urbanos a los mayores de 2.000 habitantes.

¹² Cfr. Di Pace, María, Sergio Federovsky, Jorge Enrique Hardoy y Sergio Mazzucchelli (1992), *Medio ambiente urbano en la Argentina*, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires, p. 20.

sitios de deposición de residuos), pérdida de recursos culturales, de espacios abiertos y de tierras de aptitud agrícola, etc. Sin embargo, cuestiones tales como el uso del suelo y el transporte urbano frecuentemente no son considerados como aspectos interrelacionados. Grandes áreas del suelo urbano dedicadas a la circulación del transporte poseen una clara vinculación con problemas de drenaje e inundación, congestión vehicular y contaminación atmosférica, elevado consumo energético, etcétera.¹³

La densidad demográfica y los patrones espaciales de desarrollo urbano también poseen importantes implicancias para diferentes situaciones ambientales. Por ejemplo, los desarrollos de alta densidad pueden alcanzar economías de escala en la provisión de infraestructura, pero si la planificación y provisión de servicios son inadecuadas, este tipo de desarrollos pueden imponer otros costos asociados a la mayor concentración de viviendas y oficinas, carencia de áreas verdes, problemas de salud por hacinamiento. Los desarrollos urbanos de menor densidad en las afueras de la ciudad reducen frecuentemente la congestión en áreas residenciales, pero aumentan los costos de provisión de infraestructura y, en ausencia de medios de transporte público adecuado, pueden producir una mayor contaminación atmosférica por el tráfico vehicular. Ello se está dando en el espacio metropolitano de Buenos Aires debido a la proliferación de urbanizaciones cerradas (*countries*, clubes de campo), lo que movilizó a un segmento de su población (fundamentalmente de altos ingresos) hacia el periurbano, con el consiguiente aumento de tráfico vehicular y la concomitante contaminación en las rutas de acceso.

Perfil socioeconómico de las ciudades

El carácter de la producción y el ritmo de crecimiento económico de una ciudad también tienen una clara relación con sus problemas ambientales. El perfil socioeconómico de una aglomeración se refleja en la ocurrencia de diferentes problemáticas, así como en la generación de diferentes capacidades para su solución. De acuerdo a estudios realizados, de la comparación

¹³ Por ejemplo, en el caso de Varsovia se proyectó un plan para expandir la ciudad a una distancia de más de 70 kilómetros en relación al área urbanizada existente, con el fin de proteger a sus habitantes de la exposición a emisiones vehiculares a partir de patrones de urbanización de menor densidad. Sin embargo, la implementación de este plan aumentó de manera significativa la contaminación atmosférica causada por automotores privados a nivel suburbano.

de numerosos estudios a nivel internacional es posible identificar cuatro tipologías en la interacción perfil socioeconómico-problemas ambientales urbanos:¹⁴

- k. Ciudades de bajos ingresos:** presentan generalmente problemas asociados a condiciones deficitarias en la provisión de infraestructuras y servicios básicos tales como agua, saneamiento, desagües y recolección de residuos sólidos; problemas de contaminación atmosférica al interior de las viviendas producidos por el uso de combustibles de biomasa; desarrollo y uso del suelo urbano no controlado, así como severos daños y pérdida de vidas causados por “desastres naturales”, que en realidad son desastres antrópicos que se producen por un inadecuado manejo del ambiente físico por parte de la sociedad.
- l. Ciudades de ingresos medio-bajos:** presentan bajos niveles de saneamiento y tratamiento de efluentes sólidos y líquidos, severos problemas de contaminación del agua producidos por el manejo inadecuado de residuos domiciliarios e industriales, severos problemas de contaminación del agua producidos por el manejo inadecuado de residuos domiciliarios e industriales, graves problemas de polución atmosférica debido al nivel de emisiones vehiculares, uso ineficiente de la energía, inadecuada disposición y tratamiento de los residuos sólidos, débiles controles del uso del suelo, frecuentes “desastres naturales” o antrópicos.
- m. Ciudades de ingresos medios-altos:** sufren a menudo problemas críticos de contaminación del agua por descargas domiciliarias e industriales, severos problemas de contaminación atmosférica en algunas ciudades por emisiones vehiculares, uso ineficiente de la energía, mayor producción de residuos sólidos domésticos –con gran cantidad de residuos inorgánicos– que tienen inadecuada disposición y tratamiento.
- n. Ciudades de ingresos altos:** registran generalmente problemas de salud asociados a la contaminación atmosférica, pérdida de espacios de amenidad por contaminación hídrica, poseen generalmente mecanismos adecuados de manejo de residuos sólidos y tóxicos, y menor susceptibilidad a riesgos por “desastres naturales” o desastres inducidos por el hombre.

¹⁴ Cfr. Di Pace María y Adriana Allen, *op.cit.*, supra, nota 8, pp. 16-21.

A medida que los ingresos económicos de una ciudad crecen se producen transiciones en las que algunas situaciones ambientales mejoran y otras empeoran. Sin embargo, la consideración del perfil socioeconómico de una ciudad no puede implicar solo el análisis del nivel de ingresos, sino, fundamentalmente, su distribución social, el tipo de actividades económicas predominantes (turismo, industria, servicios, etc.), y la dinámica de evolución de la economía urbana. Determinados problemas, como la generación de residuos urbanos *per capita* tienden a aumentar de manera sostenida con el crecimiento promedio de los ingresos. Otros, como la proliferación de asentamientos precarios en áreas sometidas a riesgos ambientales recurrentes, y deficitarias de condiciones mínimas de saneamiento y provisión de agua potable, tienden a agravarse en ciudades caracterizadas por una distribución inequitativa de los ingresos. De la misma manera, algunos problemas ambientales crecen de manera exponencial en las etapas de “despegue” o reactivación de la economía urbana, tales como la subdivisión especulativa del suelo periurbano, la ocupación humana de áreas de valor natural o la contaminación atmosférica producida por el incremento de automotores particulares.

El proceso de crecimiento demográfico de los centros urbanos está acompañado por una mayor concentración de actividades económicas en dichos centros. Si bien un alto porcentaje del Producto Bruto Interno (PBI) de los países en desarrollo es generado por la población urbana, este aumento de la productividad económica urbana es simultáneo a la agudización de las condiciones de pobreza y degradación ambiental.

7.3. La huella ecológica

Todas las ciudades basan sus áreas construidas en los recursos naturales producidos en zonas externas (ej. cultivo de granos, productos forestales, combustible) y el área total de suelo requerida para sostener una ciudad (la cual puede ser denominada como su huella ecológica) es generalmente al menos diez o más veces mayor que la contenida dentro de sus límites [...].¹⁵

La idea de la apropiación de recursos exteriores por parte de un ecosistema no es nueva ni exclusiva en el caso de las ciudades. Si bien la definición original de ecosistema no incluía una connotación espacial (la de Tansley), de acuerdo

¹⁵ Rees, W. E. (1992), “Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out”, en *Environment and Urbanization*, vol 4, n° 2, Canadá, pp. 121-130.

con Fosberg, un ecosistema es “la suma total de la vegetación, fauna y ambiente físico en un segmento del mundo” y el concepto de *biocenosis* de Mobius sumaba, a la combinación biota-ambiente, la idea de que el mantenimiento del sistema depende de la posesión de un territorio, lo que anticipaba –cuando surgieron estos conceptos– las nociones de capacidad de carga y densodependencia.¹⁶ Mientras que los ecosistemas naturales producen y reciclan la mayor parte de su materia, los modificados por el hombre son más abiertos porque necesitan materia exterior (y energía fósil), además de exportar sus productos. Estrictamente, no deben considerarse las dinámicas de los paisajes naturales ni de los modificados como cerradas, aunque los segundos reciben y exportan materia hacia regiones distantes; por ejemplo, a través de las redes comerciales globales.

La huella ecológica utiliza una unidad de medida que relaciona cantidades de superficie de suelo (por ejemplo, en hectáreas) con población (de una región, país, etc.). Para la Comunidad de Madrid la huella ecológica es de 3,82 ha/hab: cada habitante de Madrid necesita casi 4 “hectáreas equivalentes” en recursos para mantenerse.¹⁷ El consumo de alimentos y energía (kilogramos y Joules consumidos al año) de cada ciudadano es convertido en las hectáreas necesarias para producirlos. De esta forma, la huella ecológica no es solamente una función de los hábitos de consumo del país o ciudad donde se calcula. También de la productividad de los agroecosistemas y bosques desde donde se consumen los productos (por ejemplo, para el área de Madrid algunos valores de conversión se muestran en el **Cuadro 7.1**) y del grado de transformación de los mismos.

¹⁶ Cfr. Tansley, Arthur, (1935), “The use and abuse of vegetational concepts and terms”, *Forest Ecology and Management*, vol. 16. p. 29; Fosberg, R. (1967), “A classification of vegetation for general purposes. A guide to the check sheet for IBP areas”, en *IBP Handbook* nº 4, pp. 73-120; Mobius (1877), cit. en Kormondy, E. (1965), *Readings in ecology*, Prentice-Hall, New Jersey.

¹⁷ Cfr. Araújo, J. y otros, (2002), *La Huella Ecológica*, Ayuntamiento de Madrid.

Cuadro 7.1. Alimentos y energía y las hectáreas necesarias para producir una unidad de producto (kilogramos, si no se expresa en otra unidad)

Producto	Hectáreas/unidad
Trigo	$6,77 \times 10^{-4}$
Centeno	$9,81 \times 10^{-4}$
Arroz	$1,65 \times 10^{-4}$
Maíz	$1,38 \times 10^{-4}$
Patatas	$5,26 \times 10^{-5}$
Azúcar de caña	$1,39 \times 10^{-5}$
Azúcar de remolacha	$2,32 \times 10^{-5}$
Cítricos	$5,19 \times 10^{-5}$
Frutas no cítricas	$2,91 \times 10^{-4}$
Vino	$3,80 \times 10^{-4}$
Café y té	$1,71 \times 10^{-3}$
Aceite de oliva	$5,92 \times 10^{-3}$
Carne de bovino	$1,89 \times 10^{-3}$
Carne de ovino	$1,38 \times 10^{-2}$
Huevos	$1,74 \times 10^{-3}$
Leche	$2,18 \times 10^{-3}$
Manteca	$4,54 \times 10^{-2}$
Queso	$2,17 \times 10^{-2}$
Madera	0,43/metro ³
Algodón	$6,58 \times 10^{-4}$
Lana	$6,66 \times 10^{-2}$
Tabaco	$6,58 \times 10^{-4}$
Piel y cuero	0,04
Caucho	$1,30 \times 10^{-3}$
Energía hidroeléctrica	$1 \times 10^{-3}/(\text{Gj}/\text{Ha}/\text{año})$
Petróleo	$1,41 \times 10^{-2}/(\text{Gj}/\text{Ha}/\text{año})$
Carbón	$1,41 \times 10^{-2}/(\text{Gj}/\text{Ha}/\text{año})$
Energía Nuclear	$1,06 \times 10^{-2}/(\text{Gj}/\text{Ha}/\text{año})$

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Araújo, A., J. Araújo y J. M. Crespo, 2002.

El concepto de huella ecológica permite evaluar el grado de utilización de ecosistemas naturales necesarios para mantener a una determinada población.¹⁸ Un ecosistema urbano excede la capacidad de carga de su propio territorio para hacer frente a las necesidades de sus habitantes. Por ejemplo, la huella ecológica para la población de los Estados Unidos es de 9,9 ha/hab.¹⁹ Según Alberti y Susskind,²⁰ este concepto captura las relaciones entre sustentabilidad local y global, haciendo hincapié en que –en definitiva– se trata de una evaluación de la falta de conectancia y de la disociación registrada intra y entre eco-sistemas, es decir, entre la ciudad y su área de influencia y entre ciudades. Por lo tanto, se trata de un problema de interrelación entre sistemas, no solo de intercambio de flujos de materia y energía, porque una modificación en un sistema puede repercutir sobre otros vecinos o distantes.

Sería muy difícil imaginarse una ciudad cuya huella ecológica se aproximara a 0. Incluso diseños “amigables con lo verde” como son las ciudades de Tapiola, cercana a Helsinki y Estocolmo (inspirados en las ciudades jardines de E. Howard) tienen una huella de al menos varios centenares de veces mayor con respecto a su tamaño.²¹ Sin embargo, creemos que debería ampliarse el concepto de huella ecológica para incluir no solo aspectos negativos sino también positivos de la influencia de las ciudades sobre áreas lejanas. La organización de las ciudades demanda grandes cantidades de materiales y energía, pero, considerando el esquema propuesto en el Capítulo 2, el Metabolismo Urbano Extendido entre ciudades (eco-sistemas) puede producir simultáneamente huellas ecológicas negativas y positivas. Estas últimas permiten un aumento de la organización en ciudades lejanas, organización que se manifiesta sobre su paisaje urbano. El caso de riqueza, tanto urbanística como económica, de la Ciudad de Buenos Aires a fines del siglo XIX y principios del XX es un ejemplo de ello, lo que se puede llamar la “huella ecológica europea en la red urbana”.

¹⁸ Cfr. Wackernagel M. y W. Rees (1996), “Our ecological footprint: reducing human impact on the earth”, en *New Society Publishers*, Gabriola Island, British Columbia, Canadá.

¹⁹ Cfr. Acsehrad H. (1999), “Sustentabilidad y ciudad”, en *Eure*, n° 74, Santiago de Chile, pp. 35-46.

²⁰ Cfr. Alberti M. y L. Susskind (1996), “Managing urban sustainability: an introduction to the special issue”, en *Environ Impact Assess Review*, n° 16, Plenum Press, Nueva York, pp. 213-221.

²¹ Cfr. Folke C. y otros (1997), “Ecosystem appropriation of cities”, en *Ambio* n° 26 (3), pp.167-172.

7.4. El periurbano: significación, características y dinámica

Entendido como *zona de transición* o *ecotono* entre el campo y la ciudad, el periurbano constituye un espacio donde se despliegan complejos fenómenos ecológicos y sociales. Los estudios que han abordado al periurbano desde una perspectiva ecológica, han centrado su atención en la complejidad de los sistemas naturales que componen este tipo de espacios de *ecotono*. Como se ha mencionado, la presión que sufren estos ecosistemas externos responde a los intensos procesos de transformación generados por el crecimiento de la mancha urbana sobre los espacios rurales circundantes.

Al respecto, hemos señalado en otro trabajo que:

[...] el ecotono o zona de borde es un área de contacto entre ecosistemas [...] una interacción activa entre dos o más ecosistemas (o mosaicos de ecosistemas) [...] las ciudades impactan los sistemas circundantes, transformando su suelo y sus recursos hídricos superficiales y subterráneos: por la exportación de residuos sólidos y líquidos —domiciliarios e industriales—, la presencia de cavas, basurales a cielo abierto, etc. [...]. Pero a su vez es impactado por el sistema rural: recibe la influencia de los agroquímicos y los residuos sólidos, los contenedores de los productos agroquímicos que están constituyéndose en un elemento contaminador de importancia, etc. Es decir, el periurbano también es un sistema en mosaico que contiene relictos “naturales” o ecosistemas residuales (“parches”), [...] donde coexisten los sistemas productivos o agroecosistemas que explotan el suelo fósil, los ecosistemas consumidores o aglomeraciones urbanas, y los cada vez más reducidos ecosistemas balanceados (naturales) remanentes.²²

Por lo tanto, el término de *ecotono* se corresponde con una noción de *espacio fronterizo*. Es un *concepto ecológico y espacial*. Es habitual que en distintos trabajos se considere al periurbano como una frontera asimétrica, pues se entiende que la ciudad domina al campo y no a la inversa. Sin embargo, determinados autores sostienen que los procesos urbanos y rurales se atenúan recíprocamente.²³ En todo caso, las fronteras se establecen a partir de

²² Di Pace, María (2001), “Sustentabilidad urbana y desarrollo local”, *Módulo 4*, Curso de posgrado Desarrollo local en Áreas Metropolitanas, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, p. 15.

²³ Cfr. Morello, Jorge (2000), “Manejo de Agrosistemas Periurbanos”, *Módulo 10*, Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata, p. 1.

gradientes de información. Como se comentará más adelante, la capacidad de acumular información se refleja en la riqueza de fronteras que se pueden reconocer. En definitiva, dentro del Ecosistema Urbano Extendido, el periurbano actúa como una frontera local en un gradiente de un eco-sistema alejado espacialmente del equilibrio.

Otros conceptos que se relacionan con la interfase urbano-rural son los de *función ecológica y servicio ambiental*. El primero tiene que ver con cómo se alteran “los procesos ecosistémicos básicos en los límites de la ciudad tales como el ciclo biogeoquímico, el ciclo del agua, la transformación de nutrientes, la productividad biológica, etc.”²⁴ El segundo concepto se relaciona con las prestaciones ecológicas que los ecosistemas periurbanos brindan (o dejan de brindar) al resto de la ciudad: la absorción del agua de lluvia o la impermeabilización de interfluvios (nuevas redes de escurrimiento superficial), como “pulmones verdes”, espacios de recreación, provisión de materias primas, etcétera.

Las profundas alteraciones que se registran en estos *espacios de interfase urbano-rurales* ha llevado a especialistas como Morello a considerar que en los mismos se produce la formación de nuevos tipos de ecosistemas, a los que denomina *neoecosistemas*, y de nuevos tipos edafológicos, a los que denomina *neorelieves*, *neosuelos* o *neogeoformas*.²⁵

Con respecto a los primeros, destaca –por ejemplo– que en los últimos 50 años se han producido en el periurbano de Buenos Aires fenómenos de “bosquización”, es decir, la penetración de especies invasoras como la acacia negra que han constituido bosques jóvenes (“bosques y pastizales degradados, invadidos por especies oportunistas de gran competitividad”), sobre todo en los valles fluviales, los que se comportan como nuevos ecosistemas. A partir de un trabajo de Odum, se verifica el hallazgo de que en determinados suburbios de la ciudad de Madison (Wisconsin) la diversidad de plantas y aves resultó mayor que en los bosques naturales de la región.²⁶

Con respecto a los segundos, los intensos procesos de remoción de suelos que se registran en estas áreas (el suelo como materia prima para la producción de ladrillos, tierra para jardín, panes de tierra para plantas en maceta, etc.) han generado procesos de decapitación de los horizontes superficiales, fenómeno que

²⁴ Di Pace, María, *op. cit.*, supra, nota 22, p. 15.

²⁵ Cfr. Morello, Jorge (2000).

²⁶ Cit. en Di Pace, María, *op. cit.*, supra, nota 22.

se conoce con el nombre de *geofagia*.²⁷ Asimismo, la incorporación de residuos sólidos y efluentes domiciliarios, agrícolas e industriales en el suelo (el suelo como soporte) ha generado un nuevo tipo de suelo: móvil, quebradizo, con alto contenido orgánico, compuesto de sustancias tóxicas y gases en su interior. Por ejemplo, la agricultura periurbana es una actividad que requiere la aplicación intensiva de agroquímicos, los cuales se incorporan en solución directamente al suelo. También debe mencionarse que en el periurbano se registran distintos tipos de demanda intensiva del agua de los acuíferos, con consecuencias como la formación de conos de depresión por extracción excesiva, o la contaminación orgánica y química por procesos de lixiviado, generados desde pozos ciegos, basurales clandestinos, etcétera.²⁸

Históricamente, el crecimiento del periurbano en las ciudades latinoamericanas ha respondido a procesos expansivos espontáneos o no planificados de las aglomeraciones, constituyéndose como un tejido suburbano poco compacto. Muchas veces localizado en áreas marginales o en intersticios entre los corredores de flujos de transporte, su conformación respondió a procesos de metropolización acelerada, típicos de la etapa de industrialización sustitutiva de importaciones.

En este sentido, el periurbano es un “territorio de borde”, sometido a procesos económicos relacionados con la valorización capitalista del espacio, como consecuencia de la incorporación real o potencial de nuevas tierras a la ciudad. Un trabajo clásico sobre la Región Metropolitana de Buenos Aires sostiene que “la expansión de la mancha urbana tiene un efecto de transformación sobre su periferia inmediata que [...] incrementa las actividades agrícolas y extractivas en el borde periurbano”.²⁹ Garay explica que “[...] sobre el borde periurbano se despliega un frente productivo que transforma el espacio rural en suelo urbano [...] produciendo la aparición de vastos espacios de tierra vacante,

²⁷ En Argentina, se denominan “cavas” a las excavaciones resultantes de la actividad extractiva realizada en los suelos. En este sentido, la expansión de la aglomeración urbana de Buenos Aires hacia el Norte en las últimas décadas es evaluada muy negativamente por especialistas como Morello y Matteucci, pues se ha desplegado –sin política de protección alguna– sobre tierras pertenecientes a la unidad geomorfológica cuyos suelos son los más valiosos de la Argentina: la pampa ondulada. Cfr. Morello, Jorge y Silvia Matteucci (2001), “Apropiación de ecosistemas por el crecimiento urbano: Ciudad de Buenos Aires y la pampa ondulada argentina”, en *Gerencia Ambiental*, n° 76 (8), Buenos Aires.

²⁸ Ver capítulo 6.

²⁹ CONAMBA (Comisión Ambiental del Área Metropolitana de Buenos Aires), p. 57.

donde la expectativa de valorización no necesariamente se realiza” (fenómenos de especulación inmobiliaria).

Por lo tanto, el periurbano presenta un paisaje productivo y social altamente heterogéneo: explotaciones hortícolas, florícolas, avícolas, apícolas y ganadería marginal; extracción de tierra para la construcción (hornos de ladrillos, tosqueras), establecimientos industriales agrupados y dispersos, áreas residenciales de distinto tipo (barrios cerrados y *countries*, barrios humildes y asentamientos informales) y centros comerciales y administrativos de distintas jerarquías. En síntesis, el periurbano cumple funciones económicas de producción y abastecimiento de materias primas y elaboradas al resto de la ciudad, y funciones sociales como lugar de residencia y trabajo de sectores socialmente muy diferenciados.³⁰

Citando a Coraggio, Alfredo Garay señala que en la periferia de la ciudad se manifiestan “procesos de producción sumamente complejos, en los que coexiste la racionalidad del modo de producción dominante y un amplio espectro de otras formas de producción (manufactureras, artesanales, autoproducción) en las que predomina, sobre la realización de la tasa de ganancia, la lógica de la reproducción de la vida”.³¹ Se considera a estas áreas como los “fondos” o “baldíos” de la ciudad, por lo general deterioradas social y ambientalmente; en estas zonas se asientan personas cuyas construcciones siguen expandiendo la aglomeración. La población se corresponde, en su mayoría, con un nivel socioeconómico bajo,³² con fuerte presencia de hogares con necesidades básicas insatisfechas, carencia o baja cobertura de infraestructura básica y equipa-

³⁰ Cfr. Barsky (2005), “El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires”, en *Scripta Nova*, n° 194 (36), vol. 9, Barcelona, y Barsky y Vio (2007), “La problemática del ordenamiento territorial en cinturones verdes periurbanos sometidos a procesos de valorización inmobiliaria. El caso del Partido del Pilar, Región Metropolitana de Buenos Aires”, en *9° Coloquio Internacional de Geocrítica*, mayo-junio, Universidad Federal de Río Grande do Sul, Porto Alegre.

³¹ Garay, Alfredo (2001), “Dimensión territorial de lo local”, *Módulo 2, Curso de Posgrado Desarrollo local en áreas metropolitanas*, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.

³² Estos espacios “conforman en general bolsones de urbanización precaria, cuya población no reúne las condiciones mínimas para mejorar su hábitat. No existe en estas áreas perspectiva de inversión [...]. Ámbito del desempleo estructural, porque no hay trabajo en el lugar, [...] es donde tienden a llegar los desempleados y por las dificultades de sus habitantes para salir de estas zonas a buscar un empleo tienden a quedar aisladas del resto de la ciudad [...]”. Garay, Alfredo, *op. cit.*, supra, nota 31, p. 27.

mientos, situaciones de alto hacinamiento³³ y un crecimiento poblacional acelerado.³⁴ Estas áreas presentan una baja densidad de población,³⁵ dada la vacancia de espacios.³⁶ En definitiva, el periurbano constituye una suma de barriadas dispersas y centros secundarios. En líneas generales, todo este universo de “economía popular” se presenta fragmentado, bastante inestable en cuanto a la constitución de redes sociales.

En estos espacios se registra la convivencia de múltiples situaciones de informalidad económica con sectores de la economía formal. Entre la diversidad de actividades económicas informales o “en negro” pueden mencionarse: la fabricación casera de alimentos, la producción y venta de verduras, el fraccionamiento de distintos productos de almacén y su venta desde el domicilio o casa por casa, y la venta ambulante en general, entre muchas otras.³⁷ En síntesis, múltiples estrategias son llevadas a cabo en el periurbano por los individuos que integran las unidades domésticas, con el fin de lograr su reproducción social, económica y biológica.³⁸

Por su carácter de interfase ecológica y frontera socio-productiva, el periurbano constituye un verdadero laboratorio para estudiar cómo la presión ejercida por los procesos socioeconómicos sobre los sistemas naturales genera cambios, adaptaciones y situaciones de reversibilidad/irreversibilidad en los

³³ Para el criterio argentino se consideran más de 3 personas por habitación.

³⁴ Cfr. Kohan, Gustavo y M. Fournier (1998), “La situación social local: La inserción laboral de los hogares de 4 partidos de la Región Metropolitana de Buenos Aires”, *Programa de Desarrollo Local, Serie Cartillas*, n° 2, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, San Miguel.

³⁵ Los últimos censos de población muestran una densidad de 40 a 70 habitantes por hectárea en los bordes del conurbano bonaerense.

³⁶ “Las altas densidades permiten el acceso a zonas consolidadas a sectores medios y bajos; en cambio, las densidades muy bajas (inferiores a 100 hab/ha) sólo pueden contar con niveles apropiados de urbanización cuando son ocupadas por sectores de alto poder adquisitivo”. Garay, Alfredo, *op.cit.*, supra, nota 31, p. 3.

³⁷ Con respecto a la economía formal y a sectores con ingresos, se ha mencionado que en estas áreas se localizan establecimientos industriales y comerciales dispersos, barrios residenciales abiertos y cerrados, etc. Por lo general, poseen una escasa integración con la dinámica social de los barrios que los rodean, que suele limitarse a la provisión, por parte de estos últimos, de personal en determinados servicios de baja calificación.

³⁸ Cfr. Coraggio, José Luis (1999), *Política social y economía del trabajo. Alternativas a la política neoliberal para la ciudad*, Miño y Dávila Editores, Madrid, y Vázquez, Gonzalo (2002), “Caracterización social de una zona periurbana: Cuartel V, partido de Moreno, provincia de Buenos Aires”, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, mimeo.

ecosistemas a lo largo del tiempo. Estudiar los complejos procesos involucrados en la formación de nuevos tipos ecosistémicos implica flexibilizar los abordajes y marcos conceptuales, para acudir necesariamente a la *interdisciplinariedad* como camino para encarar el estudio de este tipo de ambientes. En la actualidad, resulta fundamental incorporar la dinámica ecosistémica y social del periurbano a la planificación urbana.³⁹

Box 7.1. El caso del “cinturón verde” de Buenos Aires, un ejemplo de espacio periurbano en constante transformación. Una mirada geográfica

En la Argentina, se denomina “cinturón verde” al espacio periurbano conformado por una trama de quintas o huertas familiares –y otras de características más empresariales– que rodean a las grandes ciudades, cuya producción se destina especialmente a verduras de hoja (como lechuga, espinaca, acelga y otras) y hortalizas de estación (como tomate, berenjena, chaucha, zapallito, pepino, etc.). La lógica de localización de estas actividades altamente intensivas en el uso de los factores de la producción (tierra, trabajo y capital) responde a su

³⁹ Existen diferentes líneas de análisis para aproximarse al periurbano. Adriana Allen sostiene que hay cuatro formas de abordarlo, de acuerdo a las caracterizaciones que generalmente se encuentran en la bibliografía especializada. Desde una perspectiva de tipo morfológica, el periurbano compone la periferia de la ciudad; es decir, un espacio físico que rodea la urbanización y que se encuentra irremediablemente en proceso de urbanizarse. Esto implica su permanente desplazamiento. Otra interpretación posible es la de periferia socioeconómica, desde un punto de vista social, independiente de su ubicación espacial, que supone que las comunidades periurbanas padecen ciertas desventajas y carencias que obligan a sus habitantes a sobrevivir realizando actividades informales y agrícolas. No obstante, este planteo resultaría incompleto, ya que la construcción de numerosos barrios cerrados en las afueras de la ciudad demuestra que un porcentaje de la población de este sector no es de bajos recursos, sino todo lo contrario. Un tercer enfoque define al periurbano como el espacio donde la interacción de los flujos rural-urbanos llega a su máxima intensidad. Allen asocia esos flujos con los vínculos, cambios y conflictos urbano-rurales (de carácter económico, social y ambiental). La última perspectiva, abordada por la autora, describe al periurbano como un mosaico ecológico, socioeconómico e institucional, y centra su análisis desde una visión sistémica, en donde los subsistemas “naturales”, “productivos” y “urbanos” se interrelacionan mediante flujos materiales y energéticos que estructuran una red compleja. Cfr. Allen, Adriana (2003), cit. en Bardelás, Analía (2011), “La dimensión ecológica del periurbano: los espacios verdes”, *Seminario Introducción a las relaciones entre el campo y la ciudad. El Periurbano como interfase ambiental y productiva*, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, mimeo.

cercanía geográfica con respecto a los grandes mercados consumidores, aprovechando intersticios urbanos o zonas de vacancia para establecerse (figura 8.1). Desde un punto de vista económico, el “cinturón verde” cumple funciones de abastecimiento alimentario a la población de la ciudad.⁴⁰

A medida que se fue desarrollando, el “cinturón verde” de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) se especializó en diferentes cultivos o, mejor dicho, fue complejizándose como zona productiva.⁴¹ Un trabajo basado en diferentes censos agropecuarios⁴² muestra que en 1914 en los alrededores de Buenos Aires se producían: vacunos, maíz, leche, lino, batata y porcinos; en 1937: frutales, vacunos, maíz, leche y alfalfa; y en 1969 alcauciles, apio, tomate, vacunos, aves, maíz, zapallo y leche. Los Censos Nacionales Agropecuarios de 1988 y 2002 y el Censo Hortícola de 1998 muestran que en el área se han difundido una gran variedad de cultivos a campo y bajo cubierta: acelga, alcaucil, apio, berenjena, brócoli, cebolla de verdeo, chaucha, choclo, coliflor, escarola, espinaca, frutilla, hinojo, lechuga, perejil, pimiento, puerro, remolacha, repollo blanco y colorado, tomate y zapallito.

En la actualidad, el “cinturón verde” de Buenos Aires abarca unas 16.000 hectáreas hortícolas y 1.200 florícolas, extendiéndose sobre los intersticios del segundo cordón y espacios del tercer cordón de la RMBA (15 municipios, 5.510 kilómetros cuadrados). Forma parte de un paisaje de usos muy heterogéneos de la tierra. Morfológicamente, lejos de ser compacto, presenta importantes discontinuidades e interrupciones. 1.550 explotaciones hortícolas producen 3.800 toneladas de hortalizas frescas por día, alimentando a unas 5 millones de personas.⁴³

⁴⁰ Cfr. Mundt, Carlos, cit. en Vigliola, M. (1991), *Manual de horticultura*. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires.

⁴¹ Cfr. Barsky, Andrés (2002), “Diagnóstico socio-ambiental del impacto de las actividades primarias en el partido de Moreno, provincia de Buenos Aires”, en *Congreso Electrónico “Métodos adecuados para la agricultura urbana. Investigación, desarrollo de políticas, planificación, implementación y evaluación”*, Resource Centre on Urban Agriculture and Forestry (RUAF), Amsterdam.

⁴² Cfr. Benencia, Roberto (1984), *Las regiones social agrarias en la Argentina*, Estudios monográficos, CEIL, Buenos Aires.

⁴³ Cfr. CONAMBA (1995), *El Conurbano Bonaerense. Relevamiento y análisis*, Comisión Nacional del Área Metropolitana de Buenos Aires, Ministerio del Interior, Buenos Aires; Bozzano, Horacio (1997), “Región Metropolitana de Buenos Aires. Lógicas de ocupación territorial”, *VI Encuentro*

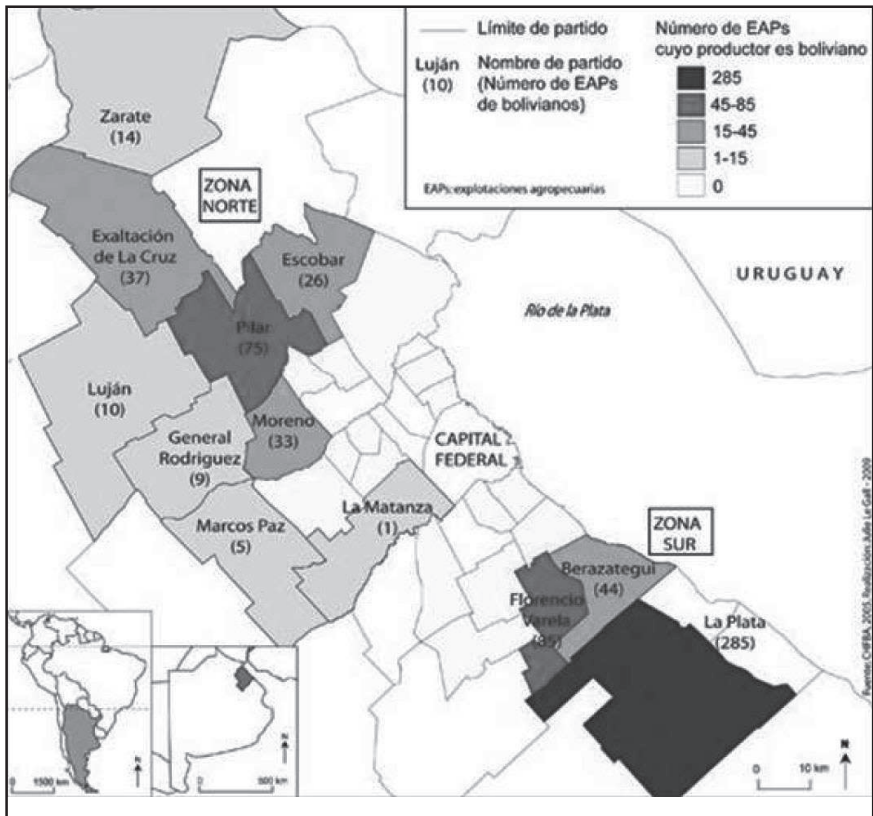
Indudablemente, su evolución productiva está relacionada con complejos fenómenos socio-espaciales registrados a lo largo del siglo XX: el intenso proceso de suburbanización (expansión de la mancha urbana), que fue desplazando las actividades primarias hacia otros lugares de la periferia; el surgimiento de otras zonas (pampeanas y extrapampeanas) especializadas en determinados productos inicialmente provistos por el “cinturón”; los cambios en la demanda; los cambios en la estructura de comercialización, etc. Asimismo, desde la lógica de los agentes productivos se han registrado en las últimas décadas importantes cambios en la composición demográfica y cultural de los mismos: de la presencia de quinteros italianos desde fines del siglo XIX y de quinteros portugueses y floricultores japoneses desde mediados del siglo XX, al extendido fenómeno de “bolivianización” de vastos sectores hortícolas de la RMBA, generado a partir de los años setenta.⁴⁴

de *Geógrafos de América Latina*, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, y (2007), “Buenos Aires desde sus orígenes. Transformaciones territoriales y mutaciones productivas”, en Borello, José (coord.), *Aproximaciones al mundo productivo de la Región Metropolitana de Buenos Aires*, Prometeo-UNGS, Buenos Aires; Benencia, Roberto (2004), “Producción rural”, en *Atlas Ambiental de Buenos Aires*, CONICET-FADU-Agencia-GCBA, Buenos Aires; Subsecretaría de Urbanismo y Vivienda de la Provincia de Buenos Aires, 2007, y Castro, Diego (2011), “Unidad de Coordinación Territorial Norte”, *IV Jornadas “Políticas públicas para el sostenimiento de la agricultura periurbana en la Región Metropolitana de Buenos Aires”*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

⁴⁴ Cfr. Benencia, Roberto y otros (1997), *Area hortícola bonaerense. Cambios en la producción y su incidencia en los sectores sociales*, La Colmena, Buenos Aires; Mao, C. y otros, (1998) “Floricultura periurbana”, en *Contribuciones científicas*, 59º Semana de Geografía, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA), Buenos Aires; Feito, Carolina (2007), “Modalidades de intervención social sobre los horticultores bonaerenses. Una mirada antropológica”, en *Avá*, n° 10, marzo; Barsky, Andrés (2008), “La bolivianización de la horticultura y los instrumentos de intervención territorial en el periurbano de Buenos Aires. Análisis de la experiencia de implementación de un programa de ‘buenas prácticas agropecuarias’ en el partido de Pilar”, en *Scripta Nova*, n° 270 (81), vol. 12, Barcelona; Benencia, Roberto, Germán Quaranta y Roberto Souza Casadinho, (2009), *Cinturón hortícola de la ciudad de Buenos Aires. Cambios sociales y productivos*, CICCUS, Buenos Aires; Pizarro, Cynthia (2009), “La vulnerabilidad de los inmigrantes bolivianos: los casos contemporáneos de violación de sus derechos en la región metropolitana de la ciudad de Córdoba”, en *VI Encuentro Interdisciplinario de Ciencias Sociales y Humanas*, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba; Barsky, Andrés, Sofía Astelarra y Luciana Galván, (2010), “Experiencias de intervención territorial en el cinturón hortícola de Buenos Aires. Análisis de la implementación del programa

En definitiva, los cambios territoriales, la evolución del mercado, las lógicas culturales y tecnológicas de los agentes de la producción y las posibilidades o restricciones brindadas por el medio físico explican la conformación del “cinturón verde” metropolitano.

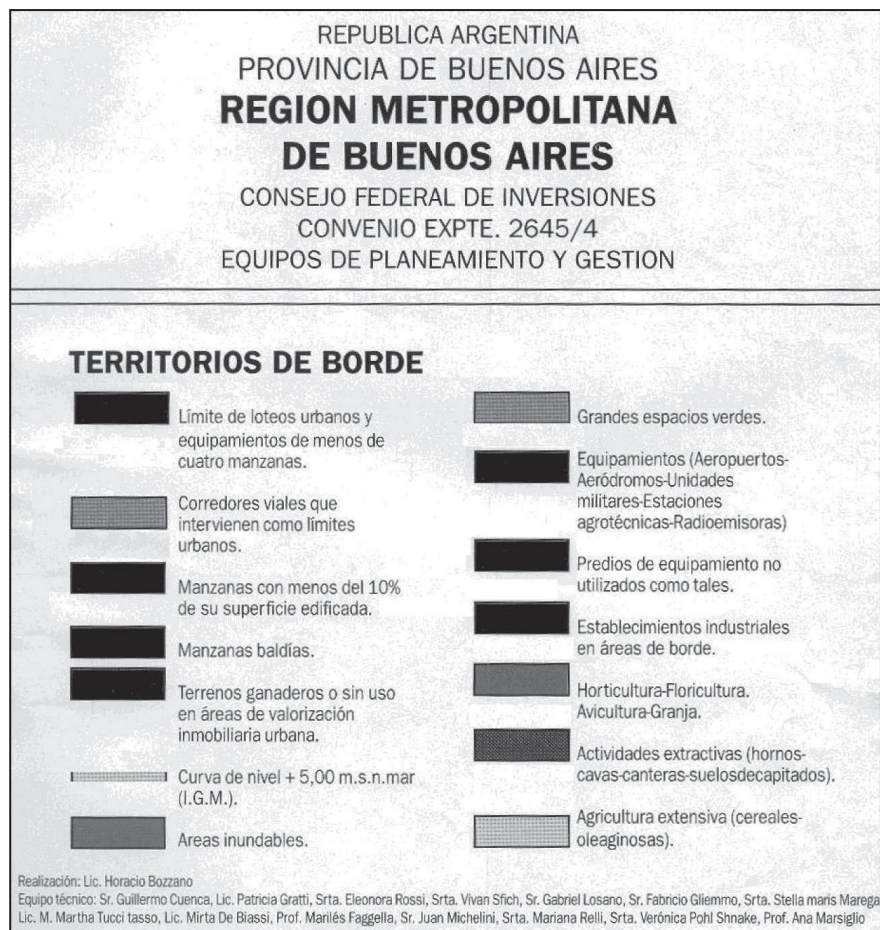
Figura 7.1. Mapa del Cinturón Verde de la Región Metropolitana de Buenos Aires



Fuente: Le Gall y García (2010). Elaborado por Julie Le Gall, sobre la base de datos del Censo Hortiflorícola 2005 de la Provincia de Buenos Aires.

PRO.A.A.S. en el partido de Pilar”, en *Apuntes de Investigación del CECYP*, n° 16, Fundación del Sur, Buenos Aires.

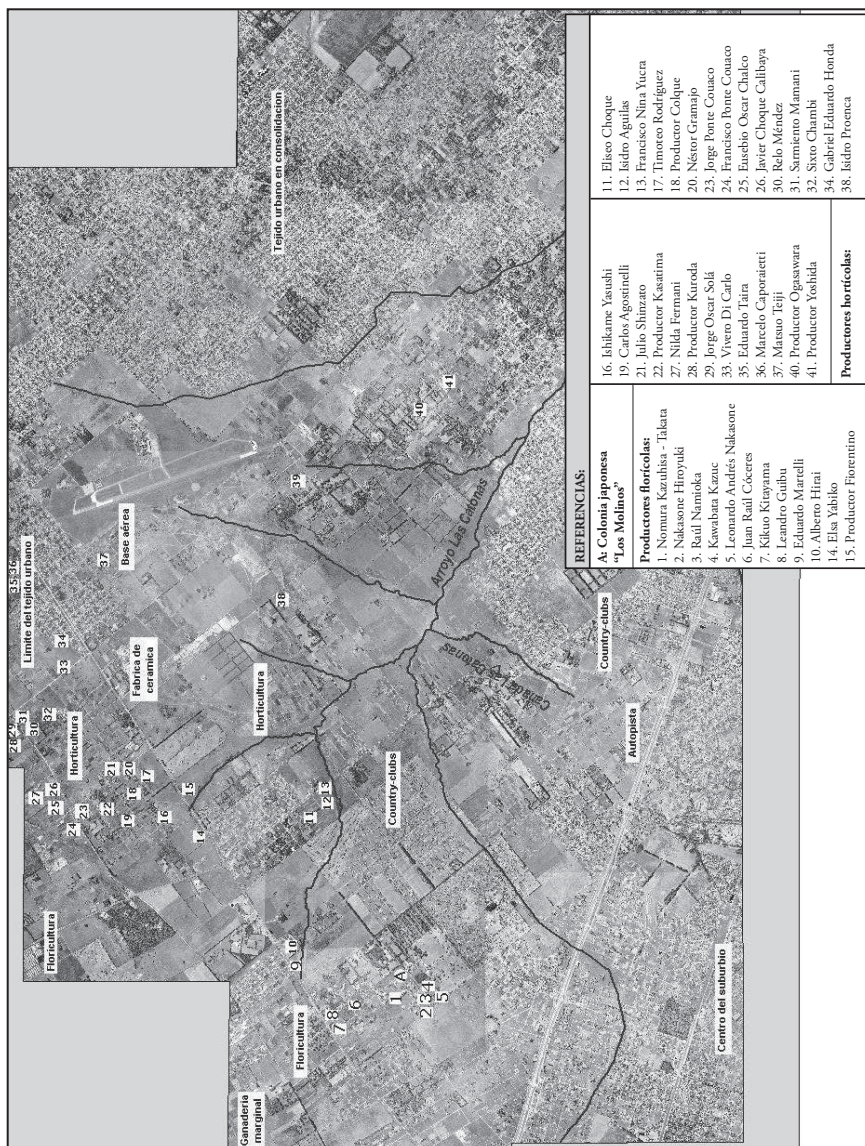
Figura 7.2. Caracterización de los usos del suelo en “territorios de borde” de Buenos Aires, según un organismo oficial. Año 1995



Fuente: CONAMBA, 1995, Anexo cartográfico.

A continuación, en el siguiente mosaico de fotografías aéreas se puede apreciar la diversidad de usos del suelo de la zona periurbana de Moreno (partido del oeste de la RMBA) y las colectividades a cargo de la floricultura (mayoritariamente japoneses) y la horticultura (bolivianos) en la actualidad, corroborado por la información que surge de los apellidos de los productores.

Figura 7.3. Mosaico de fotos aéreas. Usos del suelo y actividades productivas en el periurbano del partido de Moreno



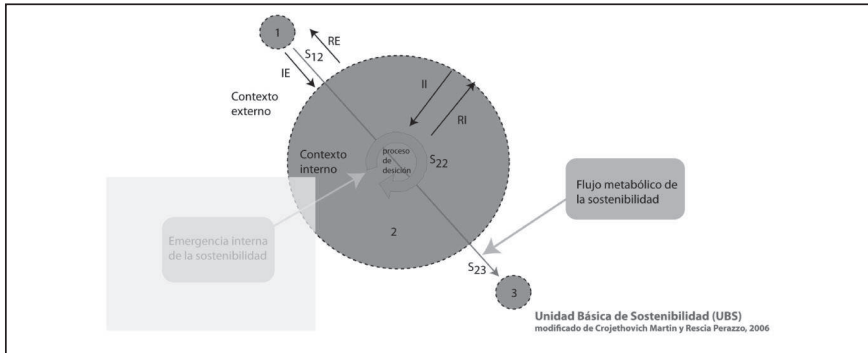
Fuente: Elaboración propia, en base a relevamientos realizados por el Instituto Municipal de Desarrollo Económico Local (IMDEL) de la Municipalidad de Moreno (Barsky, 2010).

7.5. La transferencia de la sustentabilidad

Actualmente, dos situaciones inéditas en la historia de la humanidad influyen en un renovado interés que han despertado los estudios sobre las ciudades y su metabolismo. Por un lado, hacia el año 2030 y por primera vez en la historia, el 60% de la población mundial vivirá en grandes urbes. Esa gran cantidad de individuos se concentrará en grandes ciudades, las llamadas megalópolis (ciudades con más de 10 millones de habitantes). En 1950, solo había una ciudad con una población superior a 10 millones de personas. En 2015 habrá 21 aglomeraciones de ese tamaño y otras 37 tendrán entre 5 y 10 millones. La combinación de urbanización y concentración hace de las ciudades los territorios protagonistas de los cambios sociales, económicos y ambientales del siglo XXI.

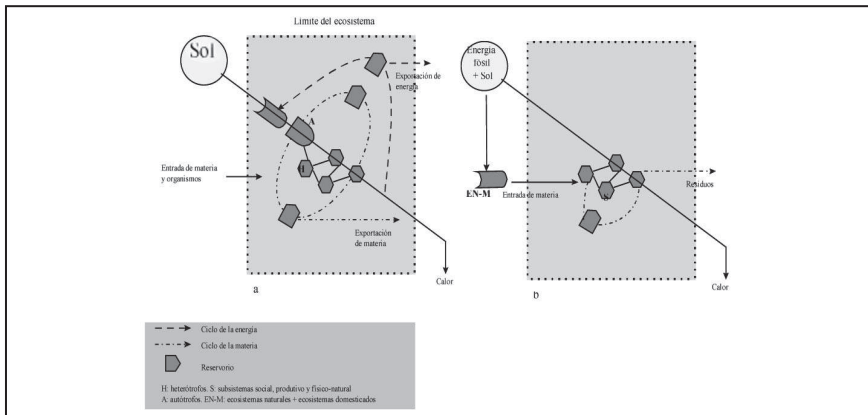
Por otra parte, como consecuencia del proceso de urbanización y a la creciente globalización informativa que ha llevado a una concentración de los centros de intercambio y de decisión en las grandes ciudades, el peso específico de las megalópolis está creciendo sobre el resto del mundo: económicamente, las actividades industriales y comerciales de las áreas urbanas representan entre el 50 y el 80% del PIB en muchos de los países. Además, como centros de consumo, su poder es significativo sobre la forma en que se gestionan los recursos naturales globales. Sin embargo, no todas las ciudades en este mundo urbanizado están igualmente preparadas para enfrentar los cambios, por lo que es muy probable que se agudicen los problemas actuales en las aglomeraciones del Tercer Mundo (peor equipadas para proporcionar a sus ciudadanos transporte, vivienda, agua y alcantarillas) y se presenten otros en las ciudades de los países desarrollados.

En esta sección se analiza cómo la sustentabilidad se transmite a través de redes y cadenas, siguiendo con lo presentado en el capítulo 2. Cada unidad de insumo tiene asociado algún tipo de sustentabilidad en una cadena productiva: desde los ecosistemas originales o las fuentes de materias primas hasta los residuos finales. Ello implica pensarla desde un nuevo modelo metabólico.

Figura 7.4. Flujo metabólico de la sustentabilidad

Fuente: Crojethovich Martin y Rescia Perazzo, 2006.

Como se ha mencionado anteriormente, las ciudades comparten propiedades con los ecosistemas naturales. Los flujos de materia y energía son ejemplo de ello, aunque no los únicos, pero sí los más tradicionalmente citados y estudiados. Existen notables similitudes y diferencias en la forma en que se dan los flujos de la energía y el ciclo de la materia en un ecosistema natural y uno urbano. En la **Figura 7.5** se esquematizan dichas diferencias utilizando la simbología desarrollada por Odum.⁴⁵

Figura 7.5. Esquema del ciclo de la materia y el flujo de energía de dos ecosistemas: Natural (a) y Urbano (b)

Fuente: Elaboración propia, basada en Odum, Eugene y F. O. Sarmiento, 1998.

⁴⁵ Cfr. Odum, Eugene, 1971.

Los dos ecosistemas son subsidiados y se encuentran atravesados por un gradiente de energía, solar y/o fósil más energía nuclear.⁴⁶ La disminución de la exergía⁴⁷ es la base del funcionamiento en ambos ecosistemas. La energía es utilizada en diferentes formas: almacenada en compuestos orgánicos o utilizada en procesos productivos y para el sostenimiento de la calidad de vida del hombre. En ambos casos, la reducción exergética produce algún tipo de estructura y organización. Esta es una propiedad común de ecosistemas naturales y ciudades, cuyo estudio ha sido de poco interés académico hasta el presente. Por su parte, el ingreso de materia es muy superior en el ecosistema urbano, al igual que el egreso, a diferencia del relativo ciclaje que se produce en el ecosistema natural promedio. Además, ambos ecosistemas son una combinación de componentes autótrofos y heterótrofos, ya sea que se trate de especies (ecosistema natural) o del acoplamiento entre zonas rurales y urbanas. Sin embargo, como se describirá a continuación, las propiedades ecosistémicas de una ciudad no están bien sistematizadas debido a la manera tradicional con la que se evalúa el metabolismo urbano.

El punto de partida de nuestro análisis metabólico se basa en considerar el conjunto formado por el par sistema-ambiente (S-A) entre los que se puede definir una relación funcional, que en el caso de una ciudad es su metabolismo. La forma tradicional de estudiar el metabolismo urbano es la que perfila a una aglomeración como un compartimiento con entradas y salidas, tal como fuera definido por Wolman:⁴⁸ “[dicho metabolismo abarca] todos los materiales y mercaderías necesarias para sostener a los habitantes de la ciudad, sus hogares, sus trabajos y sus divertimentos” (Figura 8.6). Vale señalar que en esta línea de trabajo se han registrado algunos avances posteriores, como incorporar la dinámica de los asentamientos y su habitabilidad en el llamado “Modelo Extendido de Metabolismo de la Ciudad”.⁴⁹ En este tipo de estudios, los *inputs* que se consideran son generalmente cuatro: alimentos, agua, energía y materias primas provenientes de los ecosistemas rurales,⁵⁰ mientras que los *outputs* son: los residuos (sólidos y gaseosos) y las aguas residuales. La relación funcional se establece entre la ciudad (sistema objeto) y su entorno (el ambiente: área rural o ecosistemas naturales y productivos). Estas entradas y salidas tienen incorporadas una carga de susten-

⁴⁶ Las otras formas en que una ciudad recibe energía –como ser la energía hidroeléctrica– pueden reducirse a combinaciones de energía solar más energía fósil.

⁴⁷ Exergía: energía capaz de producir trabajo útil.

⁴⁸ Wolman, Abel, p. 179.

⁴⁹ Cfr. Newman, P. W. G., pp. 219-226.

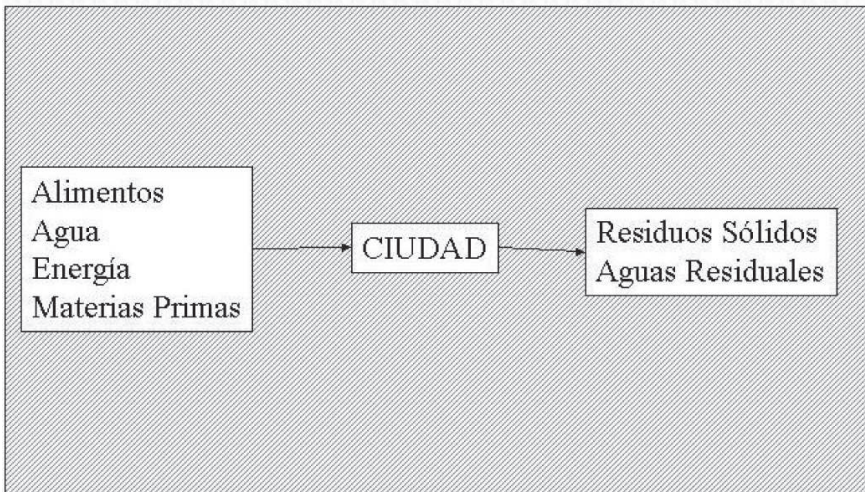
⁵⁰ Cfr. Newcombe, 1975; Newcombe y otros, 1978 Douglas, 1983 y Hardoy y otros, 2001.

tabilidad, que es metabolizada a través de las Unidades Básicas descriptas en el capítulo 2, a partir de los llamados “procesos de decisión”.

Dado que la mayor parte de los insumos no son producidos dentro de los límites de la propia ciudad y hay una concentración de la población en áreas reducidas, no es muy difícil imaginarse que el balance es asimétrico, en términos de la apropiación de esos insumos, ya sean alimentos o materias primas como madera, metales, etc. Situación que, como ya se ha mencionado, fue conceptualizada por Rees⁵¹ como “huella ecológica”. Sin embargo, más notoria es la cantidad de superficie necesaria para asimilar los residuos de una aglomeración, que supera con creces al área necesaria para producir alimentos, agua y materias primas.⁵² Esta diferencia entre la huella ecológica de las entradas y salidas puede ser explicada, si se consideran las características internas del metabolismo urbano que determinan la transformación de insumos en productos-desechos (*eficiencia*). Si se suma a la producción de residuos sólidos la contaminación acuática y del aire, se está en presencia de un tipo de metabolismo que es capaz de alterar significativamente la dinámica de sus sistemas asociados, cercanos y lejanos.

Figura 7.6. Enfoque metabólico urbano tradicional esquematizado

Enfoque metabólico urbano tradicional, donde la relación entre la ciudad (sistema objeto) y el ambiente es un flujo unidireccional y el sistema es visto como una caja negra. Cada unidad S-A tiene un metabolismo aislado del resto de unidades (otras ciudades).



Fuente: Elaboración propia.

⁵¹ Cfr. Rees, W. E., *op. cit.*, supra, nota 15, pp. 121-130.

⁵² Cfr. Folke, C. y otros (1997), “Ecosystem appropriation of cities”, en *Ambio*, n° 26 (3), pp. 167-172.

7.6. El Ecosistema Urbano Extendido

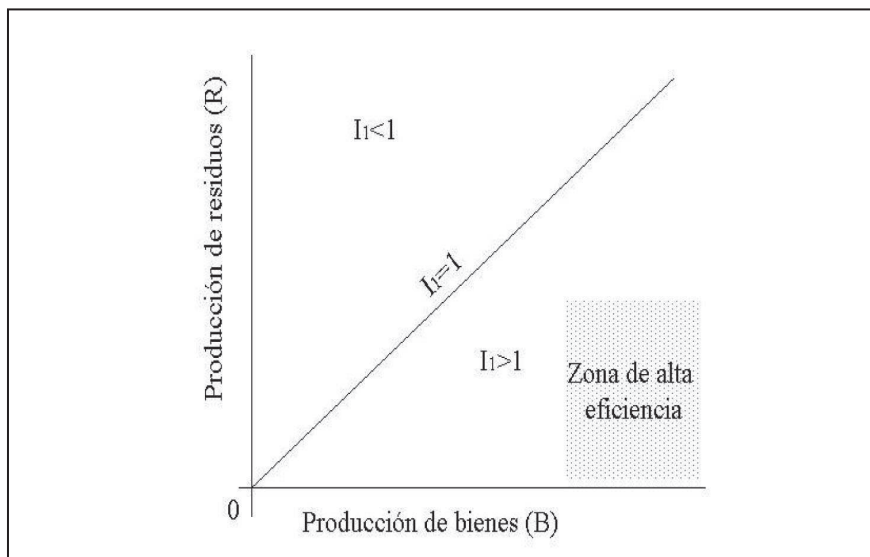
A la hora de estudiar el metabolismo urbano, la consideración de “entradas y salidas” tiene su origen en una interpretación tradicional de los conceptos de “ecosistema” y “metabolismo”, hoy considerada incompleta. El concepto de ecosistema es, para empezar, un concepto sistémico, siendo la esencia de lo sistémico la interconexión.⁵³ Por lo tanto, no basta con considerar a una ciudad como una caja negra que consume alimentos y produce residuos, porque estos flujos no alcanzan para explicar la relación entre ella y su ambiente. Resultan de mayor utilidad las aproximaciones al análisis del metabolismo urbano basadas en cuestiones funcionales, como la proporción entre producción propia y residuos producidos.

Supongamos un índice como el siguiente:

$$I_1 = \frac{\sum \text{bienes producidos} - \sum \text{insumos}}{\sum \text{residuos}} \quad \text{en un período de tiempo } t.$$

Cuanto más alto sea el valor de I_1 , los sistemas productivos de una aglomeración estarán funcionando a mayor velocidad y utilizando más eficientemente los recursos. Es posible diferenciar tres situaciones muy generales (Figura 8.7): 1) la ciudad produce más residuos que bienes ($B/R=I_1 < 1$): una situación caracterizada por su baja eficiencia, donde las materias primas, la energía y/o los capitales son utilizados con métodos productivos poco conservadores. Puede haber una alta proporción de materiales asociados a un bien principal (por ejemplo, embalajes). Esta situación se da en términos generales en economías de alto consumo y poder adquisitivo (con las desviaciones propias de considerar un modelo tan general, de hecho las sociedades que están apostando por una economía más sostenible son aquellas que se apartan de esta situación); 2) $B/R=I_1=1$: los dos casos extremos son el de un metabolismo urbano muy bajo (B y R se aproximan a 0) o un metabolismo alto, pero en economías de bajo poder adquisitivo con producción de artículos que cubren las necesidades básicas. En cualquier caso, puede tratarse de una situación temporal; 3) $B/R=I_1 > 1$: situación de alta eficiencia metabólica en una ciudad que aplica principios de sostenibilidad.

⁵³ Cfr. Jørgensen, S. B. y otros, pp. 1-27.

Figura 7.7. Plano de la eficiencia metabólica

Fuente: Elaboración propia.

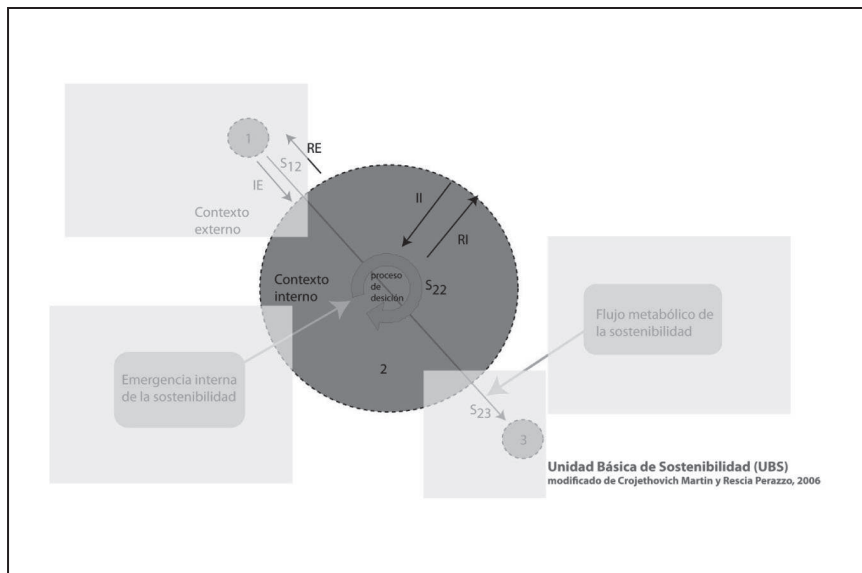
Esta forma de evaluar el metabolismo puede parecerse al conocido cociente Producción (P)/Respiración (R) que ha sido propuesto como un índice diagnóstico del metabolismo de un ecosistema, y que fuera utilizado para demostrar cómo una ciudad es un ecosistema altamente heterotrófico ($P/R < 1$).⁵⁴ Sin embargo, el cociente P/R no permite medir el grado de eficiencia interna de un ecosistema urbano sino si este produce o no sus propios recursos. Y lo hace en forma limitada, puesto que la Producción (P) es la producción primaria. Si consideramos la Producción Secundaria (P_s) y Terciaria (P_t) (bienes y servicios), las ciudades pueden tener un $P_{st}/R > 1$.

Lo que el índice I está reflejando es el ciclo de vida de los productos desde su producción hasta su conversión en residuos. Y las tres situaciones generales que se han planteado dependen, entre otras cosas, de las políticas económicas e industriales que se lleven a cabo. Por lo tanto, constituyen una parte importante del “proceso de decisión” en nuestro modelo de las UBSs (ver la figura 8.8), el cual determina el grado de utilización de la sostenibilidad que ingresa, lo que

⁵⁴ Cfr. Odum, Eugene (1957) y Odum, Eugene y Sarmiento, F. O. (1998), *Ecología. El puente entre ciencia y sociedad*, Mc Graw-Hill Interamericana, México.

antes denominamos eficiencia, y la sustentabilidad saliente. En definitiva, el metabolismo de la sustentabilidad.

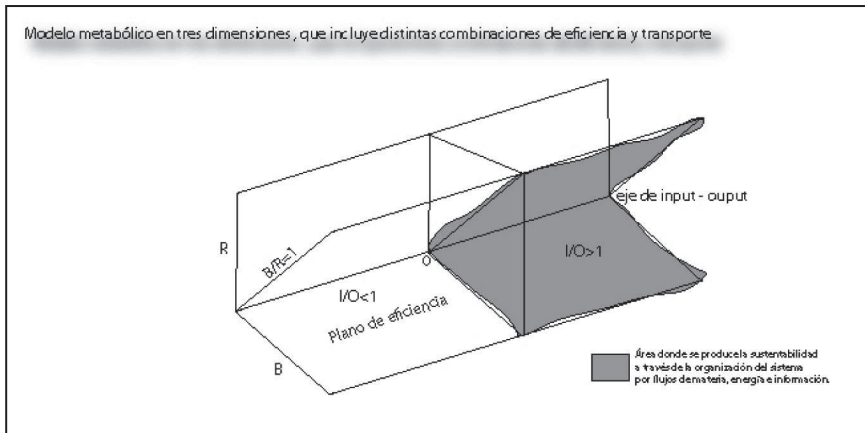
Figura 7.8. Metabolismo de la sustentabilidad



Fuente: Crojethovich Martin y Rescia Perazzo, 2006

El índice I_1 es independiente de los ingresos de materia y/o energía a la ciudad. Se puede dar un paso más, considerando simultáneamente tanto las propiedades internas del ecosistema urbano como un análisis del tipo entradas-salidas. Para un ecosistema natural esto sería un modelo metabólico en tres dimensiones: Producción (P), Respiración (R) y Entradas-salidas (I/O), análogo al que se ha desarrollado por Fischer y Likens para el metabolismo de un sistema hídrico.⁵⁵ Para una ciudad conviene generalizar el plano de coordenadas cartesianas P-R como el plano de la “eficiencia metabólica” y agregar un tercer eje de I/O, lo que permite incorporar el enfoque tradicional de balance de materia y energía (Figura 8.9).

⁵⁵ Cfr. Fischer, S. G. y G. E. Likens (1973), “Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: an integrative approach to stream ecosystem metabolism”, *Ecological Monographs*, New Hampshire, pp. 421-439.

Figura 7.9. Modelo metabólico en tres dimensiones

Fuente: Elaboración propia.

Este modelo es más abarcativo que los anteriores, además presenta otras ventajas. Diferentes combinaciones de eficiencia y flujos (I/O) metabólicos producen la ganancia o no de organización del ecosistema urbano. Una situación donde $I/O>1$ y $R/B>1$ (área sombreada en la figura 8.9) tendrá como consecuencia un incremento de la organización. En el plano de la eficiencia (R/B), se pueden combinar cantidades de información, materia y energía. Y en el eje de I/O se pueden colocar los balances de materiales y recursos (por ejemplo, agua) en una ciudad. El eje I/O entradas y salidas es análogo a los flujos $S12$ y $S23$ en nuestro modelo de las UBS. La zona sombreada en el gráfico representa un aumento de la organización interna del sistema, de su sustentabilidad.

Unidades Básicas de Sustentabilidad (UBS) en clusters: redes de ciudades

Como se expresó anteriormente, el estudio de entradas-salidas no alcanza para explicar la relación entre la ciudad y su ambiente. Las ciudades no están aisladas unas de otras. Como unidades de sistema-ambiente se interrelacionan entre sí. Una unidad sistema-ambiente ha sido denominada *environs* por Patten,⁵⁶ y más

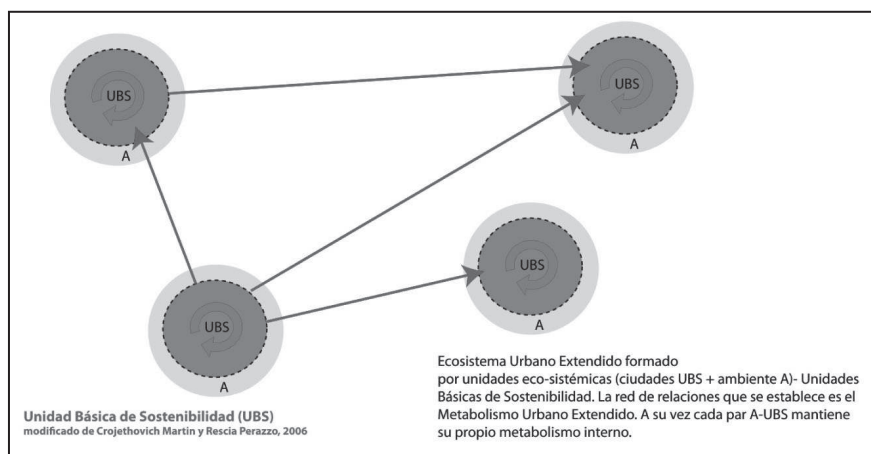
⁵⁶ Patten, B. C., pp. 206-222.

tarde *eco-sistema*.⁵⁷ Un eco-sistema es un recorte del ecosistema bajo estudio, y está formado por dos partes: el sistema y su ambiente, de modo que comprende un conjunto de unidades S-A que tienen entre sí algún tipo de relación, por ejemplo, ciudades entre las cuales hay transporte de mercaderías y flujos de capitales.

A un grupo de centros que conforman una red se la puede definir como un Ecosistema Urbano Extendido (EUE): un conjunto de eco-sistemas urbanos, Unidades Básicas de Sostenibilidad (UBS) formadas por ciudades más su ambiente (Figura 8.10), en un nivel organizativo jerárquico mayor que las UBS-ciudades individuales. En un sentido estricto, el fenómeno de la globalización tiene mucho que ver con la existencia de un EUE. El metabolismo urbano de una ciudad es influenciado por el metabolismo del conjunto, determinando un Metabolismo Urbano Extendido o MUE. Como se ha mencionado, en la teoría que trata este trabajo, el Ecosistema Urbano Extendido sería un nivel más alto dentro de una jerarquía de UBS, con su propia dinámica de sostenibilidad.

El MUE es una nueva manera de analizar el metabolismo urbano en términos de trofismo. El análisis ecológico tradicional considera el conjunto ciudad (unidad heterótrofa) y el campo (unidad autótrofa), mientras que, con este nuevo enfoque, el MUE es una verdadera “red trófica” donde cada eco-sistema (unidad S-A, ahora una UBS) está compuesto por un determinado par ambiente-ciudad que mantiene su propio metabolismo, aunque dentro de la red.

Figura 7.10. Ecosistema Urbano Extendido



Fuente: Elaboración propia.

⁵⁷ Cfr. Jørgensen, S. B. y otros, pp. 1-27.

Las redes metabólicas entre ciudades han existido desde hace siglos, pero la preponderancia de las ciudades sobre el resto del territorio es algo reciente. De la misma forma que se ha tratado tradicionalmente la división internacional del trabajo entre países productores de materias primas y países proveedores de tecnologías, ahora surge un escenario planetario en el cual son las ciudades (tanto o más que los países) las que se integran en redes donde se intercambian materiales, energía, información y capitales. Tales interacciones son, a menudo, asimétricas, y determinan un nuevo metabolismo urbano del siglo XXI, diferente al tradicional enfoque de intercambios entre la ciudad y el campo o de los análisis de entradas y salidas. Asimismo, las características y la ubicación de las ciudades dentro de las redes metabólicas pueden influir sobre su estructura urbana.

Es a través de esta red donde una ciudad se apropia de los recursos naturales y servicios ecológicos de áreas distantes, aumentando su huella ecológica. En la red de eco-sistemas-UBSs que se forma, se pueden dar relaciones de inter e intracompetencia y situaciones de asimetría, donde una aglomeración puede controlar —en cierto grado y a través de la presión que ejerce sobre el mercado— la forma en que se usan los recursos naturales en ciudades lejanas.

7.7. Las fronteras asimétricas en las redes de ciudades

El metabolismo en un sistema urbano, entre la propia ciudad y su área de influencia inmediata, que normalmente se considera desde un punto de vista del transporte de materia, energía e información, tiene otra lectura —digamos más económica— si se considera que los sistemas del entorno prestan una serie de servicios ecológicos. Estos servicios pueden ser, fundamentalmente, de tres tipos:⁵⁸

- Servicios asociados con especies o grupos de especies. Por ejemplo, la producción de alimentos, productos forestales, farmacéuticos y flores; la polinización de cultivos (por parte de insectos como abejas), la dispersión de semillas y nutrientes; así como también las actividades recreativas vinculadas a la presencia de flora y fauna especiales.
- Servicios asociados al control de sustancias exógenas a los ecosistemas. Relacionados con las fuerzas que manejan los flujos de materia y energía: la absorción del CO₂, el control del ciclo del agua (por ejemplo, la amortiguación de las inundaciones), la transformación biológica del

⁵⁸ Cfr. Norberg, J. (1999), "Linking nature's services to ecosystems: some general ecological concepts", *Ecological Economics*, nº 29, pp. 183-202.

nitrógeno (por ejemplo, la desnitrificación), la gestión de los residuos (por ejemplo, degradación y asimilación), etcétera.

- Servicios relacionados con la organización, por ejemplo, la organización genética (a través de la evolución), la distribución biogeográfica, o el patrón de organización de un paisaje.

Estos servicios ecológicos pueden ser asimétricos; es decir, pueden generar beneficios para la ciudad, pero no para los ecosistemas de apoyo. Vale mencionar los casos de sobreextracción de recursos (por ejemplo, pesqueros), sobresaturación de la capacidad de carga (por ejemplo, disposición exagerada de residuos), o de rebase de la capacidad de control (por ejemplo, emisión excesiva de CO₂). En una región metropolitana se dan flujos asimétricos de energía (entre el subsistema agrícola y el urbano) y de materia (del agrícola al urbano, y del urbano se produce la salida de residuos). Los flujos no son la causa sino la consecuencia de la asimetría entre el ecosistema urbano y el rural. Entre ambos ecosistemas hay diferencias en los cocientes:

$$\frac{\text{producción}}{\text{biomasa}}, \frac{\text{producción}}{\text{respiración}} \quad [P/R] \text{ y diversidad.}$$

Los dos ecosistemas en contacto difieren en características de madurez, formándose entre ambos una frontera asimétrica. El estado de madurez (sinónimo en este caso de complejidad) es aquel en que las estructuras disipativas están más desarrolladas. En este sentido, un sistema urbano con estructuras disipativas muy avanzadas (disipación de energía solar en la forma de energía fósil) es un sistema muy maduro.

El ecosistema rural y el urbano son sistemas abiertos alejados del equilibrio que tienden a maximizar su tasa de disipación, aunque es en el ecosistema urbano donde esta tasa es mayor y, de acuerdo a Margalef, para mantener esa diferencia se apropia de los recursos del ecosistema menos maduro y más productivo,⁵⁹ aumentando la heterogeneidad general. El ecosistema rural, si bien es más productivo (producción primaria), no utiliza toda la producción en su organización, porque cede parte de la producción al ecosistema urbano. En un sentido darwiniano, esa explotación se comportaría como competencia para degradar gradientes de energía existentes: los ecosistemas más maduros extraen energía de los menos maduros porque son más eficientes como estructuras disipativas.⁶⁰ Ambos ecosistemas, articulados de

⁵⁹ Cfr. Margalef, Ramón (1986), *Ecología*, Omega, Barcelona.

⁶⁰ Cfr. Weber B. H. y otros (1989), "Evolution in thermodynamic perspective: an ecological approach", *Biology and Philosophy*, n° 4, pp. 373-405.

esta forma, maximizan en su conjunto su tasa de disipación, oponiéndose a la formación de un gradiente de temperatura y cumpliendo con la Segunda Ley de la Termodinámica.⁶¹ De esta manera, los paisajes pueden ser considerados como sistemas disipativos altamente estructurados y acoplados (ecosistemas más maduros con menos maduros).

El desarrollo de fronteras asimétricas no es solo de carácter espacial y producto de los intercambios; también puede deberse a un tipo particular de organización, que es la jerárquica, donde el sistema se organiza en niveles.⁶² Estos niveles, que pueden ser de escalas crecientes y estar unos dentro de otros (organismo, población, ecosistema, paisaje, región, biosfera) y unos dentro de otros (como por ejemplo: organismo, población, ecosistema, paisaje, región, biosfera), se caracterizan por tener diferentes velocidades en sus procesos. Como señalan Nicolis y Prigogine, las fronteras surgen naturalmente por diferencias en las tasas de procesos en sistemas alejados del equilibrio.⁶³ De hecho, son las diferencias de velocidades las que crean discontinuidades en el sistema, y estas permiten reconocer los niveles. La organización en función de velocidades ha sido propuesta como la causa de la formación de paisajes naturales y para definir jerarquías de sistemas urbanos.⁶⁴

La asimetría en una estructura jerárquica determina que los niveles superiores ejerzan el control sobre los inferiores, aunque es factible que, si se toman en cuenta los flujos en términos de la exergía, dicho control se produzca en sentido contrario, es decir de los niveles inferiores por sobre los superiores, cuando se toman en cuenta los flujos en términos de la exergía.⁶⁵ Incorporando la perspectiva exergética a los sistemas biológicos, es posible seguir la ruta de las diferentes formas de energía en su paso a través del ecosistema o en un ciclo del ecosistema.⁶⁶ La exergía puede adquirir varias formas, generar importaciones y exportaciones en los límites del

⁶¹ Cfr. Kay, J. J. (2000), "Ecosystems as Self-organizing Holarchic Open Systems: narratives and the second law of thermodynamic", en Sven Erik Jorgensen, Felix Müller (eds.), *Handbook of Ecosystem Theories and Management*, CRC Press Lewis Publishers, pp. 135-160.

⁶² Cfr. O'Neill R. V. y otros (1986), *A hierarchical concept of ecosystems*, Monographs in population biology, n° 23, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

⁶³ Cfr. Nicolis G. e I. Prigogine (1977), *Self-Organization in Nonequilibrium Systems*, J. Wiley & Sons.

⁶⁴ Cfr. Holling, C. S. (1992), "Cross-scale morphology, geometry, and dynamics of ecosystems", *Ecological Monographs*, n° 62 (4), pp. 447-502; Fujita y otros (1999), "On the evolution of hierarchical urban systems", en *European Economic Review*, n° 43, pp. 209-251.

⁶⁵ Cfr. Nielsen, S. N., pp. 279-289. La exergía es la parte de la energía total capaz de realizar trabajo.

⁶⁶ Cfr. Nielsen, S. N. (2000), "Thermodynamics of an ecosystem interpreted as a hierarchy of embedded systems, *Ecological Modelling*, n° 135, y Nielsen, S.N. y R. E. Ulanowicz (2000), "On

sistema, transferencias dentro del sistema y disipación. Esta última se corresponde con la parte de la energía que inevitablemente se pierde y no está disponible, llamada también anergía. Por lo tanto, la exergía resulta de gran utilidad para considerar los flujos de energía que circulan en una región metropolitana.

Los ecosistemas pueden ser vistos como jerarquías de sistemas anidados. Dentro de cada jerarquía, el nivel focal (aquel donde se pone atención) recibe energía útil (exergía) desde el exterior: parte es disipada, pero también parte es utilizada en forma eficaz, pasando al siguiente nivel. Algo muy beneficioso para considerar en el caso del sistema productivo de una ciudad, porque allí las manufacturas incluyen la parte de exergía que se acumula y lo mismo acontece para el caso del transporte (se almacena como servicio para la población). Un mapa de industrias podría ayudar para calcular el consumo de energía útil, siempre que fuera posible separar las industrias entre aquellas que prestan servicios y aquellas que producen bienes. En este punto, la conformación de redes de industrias tiene sentido porque hacen un uso más eficiente de la exergía, reduciendo el transporte, con cadenas de materias primas, reutilizando residuos.⁶⁷

Puede pensarse también en situaciones de asimetría cuando dos sistemas se encuentran afectados por diferentes perturbaciones, lo que determina que tengan distinta metaestabilidad. Supongamos un paisaje que esté sujeto a propiedades internas (bióticas y no bióticas) y a condiciones de contorno (parámetros), una situación en la que es posible distinguir algún tipo de punto o zona de equilibrio a la cual tiende el sistema (conjunto de atractores). Existe un umbral de la velocidad; si se sobrepasa, se pierde la metaestabilidad; es decir, el sistema –aunque siempre fluctuante– es incapaz de seguir los cambios en la posición de los atractores, debido a que las restricciones ambientales cambian más rápidamente de lo que las variables de estado pueden asimilar. De acuerdo con Godron y Forman, esa metaestabilidad se pierde en los paisajes modificados por el hombre, supuestamente, porque la velocidad de los cambios en los parámetros es muy elevada, y se alteran las condiciones ambientales por introducción de materia orgánica en sistemas hídricos, cambios de temperatura (cambio climático), introducción de cantidades suplementarias de energía (en agroecosistemas); y/o se debilitan las propiedades homeostáticas naturales por reemplazo con estructuras artificiales (urbanización, cambios en los usos del suelo). En este sentido, puede pensarse en una región metropolitana considerándola

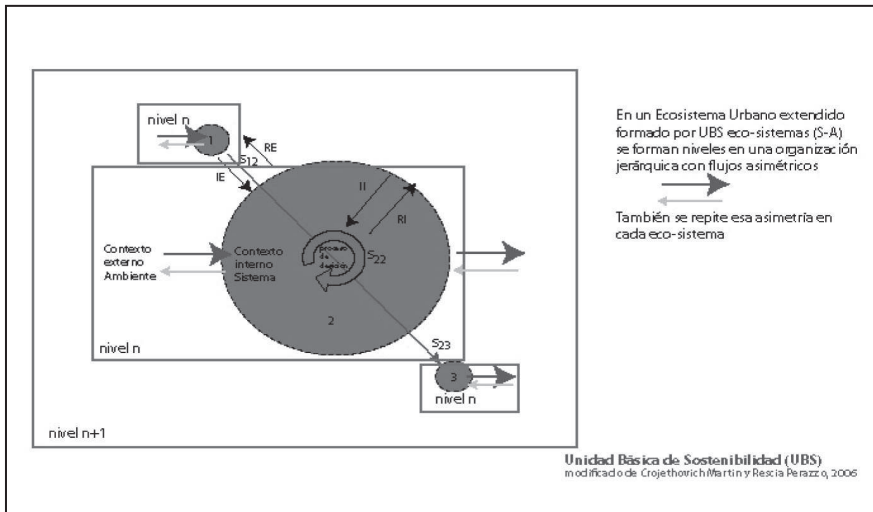
the consistency between thermodynamical and network approaches to ecosystems”, *Ecological Modelling*, n° 132 (1–2), pp. 23–31.

⁶⁷ Cfr. Lowe, E. A. y L. K. Evans (1995), “Industrial ecology and industrial ecosystems”, *J. Cleaner Prod.*, n° 3 (1–2), pp. 47–53; Erkman, S., pp. 1–10.

como un mosaico con diferentes grados de metaestabilidad.⁶⁸ Los “parches” menos metaestables obtienen ventajas de los más metaestables. Los servicios ecológicos que se brindan entre los ecosistemas rurales y los urbanos podrían ser una consecuencia del aprovechamiento de esas ventajas.

Los sistemas alejados del equilibrio no lo están solo energéticamente, sino también espacialmente (Figura 8.11). Dos partes o subsistemas de un sistema que se encuentren en un estado de no equilibrio tienden a generar entre sí una frontera. El intercambio a través de esa frontera aumenta la información. De estar en equilibrio, es decir sin un gradiente (de temperatura o de madurez, etc.), el intercambio no sería posible, y el sistema en su conjunto no evolucionaría. La huella ecológica es una medida de ese gradiente. En un Ecosistema Urbano Extendido –como el analizado en este capítulo– dicho gradiente se da entre ecosistemas: ciudades en la red global. Las fronteras en este caso son varias, como las subvenciones asimétricas a las importaciones, y también, lógicamente, los flujos unidireccionales de capitales, de productos con alta emergencia *versus* otros casi no elaborados.

Figura 7.11. Ecosistema Urbano Extendido



Fuente: Crojethovich Martín y Rescia Perazzo, 2006

⁶⁸ Cfr. Godron, M y R. T. Forman (1983), “Landscape modification and changing ecological characteristics”, en Mooney H. A. y M. Godron (eds.), *Disturbance and ecosystems. Components of response*, Springer-Verlag, Nueva York.

Bibliografía del Capítulo 7

- ACSELRAD, H. (1999), “Sustentabilidad y ciudad”, en *Eure* n° 74.
- ALBERTI, M. y L. SUSSKIND (1996), “Managing urban sustainability: an introduction to the special issue”, en *Environ Impact Assess Review*, n° 16.
- ALLEN, A. (2003). “La interfase periurbana como escenario de cambio y acción hacia la sustentabilidad del desarrollo”, *Cuadernos del CENDES*, vol. 53, n° 53, mayo, Caracas.
- ARAÚJO, A., J. ARAÚJO y J. M. CRESPO (2002), *La Huella Ecológica*, Ayuntamiento de Madrid.
- BAILEY, R. G. (1996), *Ecosystem Geography*, Springer-Verlag, Nueva York.
- BARDELÁS, A. (2011), “La dimensión ecológica del periurbano: los espacios verdes”, monografía, Seminario *Introducción a las relaciones entre el campo y la ciudad. El Periurbano como interfase ambiental y productiva*, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento.
- BARSKY, A. (2002), “Diagnóstico socio-ambiental del impacto de las actividades primarias en el partido de Moreno, provincia de Buenos Aires”, en *Congreso Electrónico “Métodos adecuados para la agricultura urbana. Investigación, desarrollo de políticas, planificación, implementación y evaluación”*, Resource Centre on Urban Agriculture and Forestry (RUAF), Amsterdam.
- _____ (2005), “El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires”, en *Scripta Nova*, n° 194 (36), vol. 9, Barcelona.
- _____ (2008), “La bolivianización de la horticultura y los instrumentos de intervención territorial en el periurbano de Buenos Aires. Análisis de la experiencia de implementación de un programa de ‘buenas prácticas agropecuarias’ en el partido de Pilar”, en *Scripta Nova*, n° 270 (81), vol. 12, Barcelona.
- BARSKY, A. y M. VIO (2007), “La problemática del ordenamiento territorial en cinturones verdes periurbanos sometidos a procesos de valorización inmobiliaria. El caso del Partido del Pilar, Región Metropolitana de Buenos Aires”, en *9° Coloquio Internacional de Geocrítica*, mayo-junio, Universidad Federal de Río Grande do Sul, Porto Alegre.

- BARSKY, A, S. ASTELARRA y L. Galván (2010), “Experiencias de intervención territorial en el cinturón hortícola de Buenos Aires. Análisis de la implementación del programa PRO.A.A.S. en el partido de Pilar”, en *Apuntes de Investigación del CECYP*, n° 16, Fundación del Sur, Buenos Aires.
- BARSKY, A (2010), “La agricultura de ‘cercanías’ a la ciudad y los ciclos del territorio periurbano. Reflexiones sobre el caso de la Región Metropolitana de Buenos Aires”, en Svetliza de Nemirovsky, A. (ed.), *Agricultura periurbana en Argentina y globalización. Escenarios, recorridos y problemas*, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Buenos Aires.
- BENENCIA, R. (1984), *Las regiones social agrarias en la Argentina*, Estudios monográficos, CEIL, Buenos Aires.
- _____ (1994), “La horticultura bonaerense: lógicas productivas y cambios en el mercado de trabajo”, en *Desarrollo Económico*, n°133, IADE, junio /julio, Buenos Aires.
- _____ (2004), “Producción rural”, en *Atlas Ambiental de Buenos Aires*, CONICET-FADU-Agencia-GCBA, Buenos Aires.
- BENENCIA, R. y otros (1997), *Área hortícola bonaerense. Cambios en la producción y su incidencia en los sectores sociales*, La Colmena, Buenos Aires.
- BENENCIA, R., G. QUARANTA y R. SOUZA CASADINHO (2009), *Cinturón hortícola de la ciudad de Buenos Aires. Cambios sociales y productivos*, CICCUS, Buenos Aires.
- BOZZANO, H. (1997), “Región Metropolitana de Buenos Aires. Lógicas de ocupación territorial”, *VI Encuentro de Geógrafos de América Latina*, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- _____ (2007), “Buenos Aires desde sus orígenes. Transformaciones territoriales y mutaciones productivas”, en Borello, J. (coord.), *Aproximaciones al mundo productivo de la Región Metropolitana de Buenos Aires*, Prometeo-UNGS, Buenos Aires.
- CASTRO, D. (2011), “Unidad de Coordinación Territorial Norte”, *IV Jornadas “Políticas públicas para el sostenimiento de la agricultura periurbana en la Región Metropolitana de Buenos Aires”*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

- CONAMBA (1995), *El Conurbano Bonaerense. Relevamiento y análisis*, Comisión Nacional del Area Metropolitana de Buenos Aires, Ministerio del Interior, Buenos Aires.
- Conferenza Nazionale Energia e Ambiente 25-28 noviembre de 1998 (2001), *Lo Sviluppo sostenibile. Per un Libro Verde su ambiente e sviluppo*, ENEA, Roma.
- CORAGGIO, J. L. (1999), *Política social y economía del trabajo. Alternativas a la política neoliberal para la ciudad*, Miño y Dávila Editores, Madrid.
- CROJETHOVICH MARTIN, A. y A. RESCIA PERAZZO (2006), “Organización y sostenibilidad en un sistema urbano socioecológico y complejo”, en *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, n° 1.
- CRONON W. (1991), *Nature's Metrópolis. Chicago and the Great West*, W.W. Norton & Company, Ind., New York.
- DI PACE, M. y A. ALLEN (1997), Módulo de apoyo a la Unidad 2, “La problemática ambiental urbana”, documento interno, Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento, Provincia de Buenos Aires.
- DI PACE, M, S. FEDEROVSKY, J. HARDOY y S. MAZZUCCHELI (1992), *Medio ambiente urbano en la Argentina*, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.
- DI PACE, M (2001), “Sustentabilidad urbana y desarrollo local”, Módulo 4, *Curso de posgrado Desarrollo local en Áreas Metropolitanas*, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.
- ERKMAN, S. (1997), “Industrial ecology: an historical view”, en *J. Cleaner Prod*, n° 5 (1-2), Elsevier, Gran Bretaña.
- FEITO, C. (2007), “Modalidades de intervención social sobre los horticultores bonaerenses. Una mirada antropológica”, en *Avá*, n° 10, marzo.
- FISCHER, S. G. y G. E. LIKENS (1973), “Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: an integrative approach to stream ecosystem metabolism”, *Ecological Monographs*, New Hampshire.
- FOLKE, C., Å. JANSSON, J. LARSSON y R. CONSTANZA, (1997), “Ecosystem appropriation of cities”, *Ambio* N° 26 (3).

- FOSBERG, R., 1967, "A classification of vegetation for general purposes. A guide to the check sheet for IBP areas", *IBP Handbook*, n° 4.
- FUJITA, M., P. KRUGMAN, y T. MORI (1999), "On the evolution of hierarchical urban systems", *European Economic Review*, n° 43.
- GARAY, A. (2001), "Dimensión territorial de lo local", Módulo 2, *Curso de Posgrado Desarrollo local en áreas metropolitanas*, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.
- GODRON, M. y R. T. FORMAN (1983), "Landscape modification and changing ecological characteristics", en Mooney H. A. y M. Godron (eds.), *Disturbance and ecosystems. Components of response*, Springer-Verlag, Berlín.
- GUTMAN, P. y otros (1987), "El campo en la ciudad. La producción agrícola en el Gran Buenos Aires", *Serie Informes de Investigación*, n° 6, Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR), Buenos Aires.
- HERRERO, A. C., G. ALSINA y L. REBORATTI (2001), "Estudio fisiográfico y climático de la cuenca del Arroyo Las Catonas", *Actas del V Congreso Latinoamericano de Ecología*, San Salvador de Jujuy.
- HOLLING, C. S. (1992), "Cross-scale morphology, geometry, and dynamics of ecosystems", *Ecological Monographs*, n° 62 (4).
- HUANG, S. L., H. Y. LAI, y C. L. LEE (2001), "Energy hierarchy and urban landscape system", en *Landscape and Urban Planning*, n° 53.
- HUNSAKER, C.T. y D.A. LEVINE (1995), "Hierarchical approaches to the study of water quality in rivers", en *BioScience*, n° 45 (3).
- INDEC (1988), *Censo Nacional Agropecuario*, Tomo Buenos Aires, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Buenos Aires.
- INDEC (2002), *Censo Nacional Agropecuario*, Tomo Buenos Aires, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Buenos Aires.
- KAY, J. J. (2000), "Ecosystems as Self-organizing Holarchic Open Systems: narratives and the second law of thermodynamic", en Sven Erik Jorgensen, Felix Müller (eds.), *Handbook of Ecosystem Theories and Management*, CRC Press Lewis Publishers.
- KOHAN, G. y M. FOURNIER (1998), "La situación social local: La inserción laboral de los hogares de 4 partidos de la Región Metropolitana

de Buenos Aires”, *Programa de Desarrollo Local, Serie Cartillas*, n° 2, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, San Miguel.

KORMONDY, E. (1965), *Readings in ecology*, Prentice-Hall, New Jersey.

LE GALL, J. y M. GARCÍA (2010), “Reestructuraciones de las periferias hortícolas de Buenos Aires y modelos espaciales ¿Un archipiélago verde?”, en *EchóGeo*, I, diciembre 2009-enero 2010, n° 11, Universidad de París.

LOWE, E. A. y L. K. EVANS (1995), “Industrial ecology and industrial ecosystems”, *J. Cleaner Prod*, n° 3 (1-2), Elsevier.

MAO, C., D. NIETO y L. MOLINA (1998), “Floricultura periurbana”, en *Contribuciones científicas*, 59° Semana de Geografía, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA), Buenos Aires.

MARGALEF, R. (1986), *Ecología*, Omega, Barcelona.

MILLER, D. H. (1978), “The factor of scale: ecosystem, landscape mosaic, and region”, en Hammond, K. A., G. Macinko y W. B. Fairchild (editors.), *Sourcebook on the Environment: A Guide to the Literature*, University of Chicago Press, Chicago.

MONTENEGRO, R. (2000), *Ecología de Sistemas Urbanos*, Centro de Investigaciones Ambientales, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata.

MORELLO, J. (2000), “Manejo de Agrosistemas Periurbanos, *Módulo 10, Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano (GADU)*, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata.

MORELLO, J. y S. MATTEUCCI (2001), “Apropiación de ecosistemas por el crecimiento urbano: Ciudad de Buenos Aires y la pampa ondulada argentina”, en *Gerencia Ambiental* N° 76 (8), Buenos Aires.

NICOLIS, G. e I. PRIGOGINE (1977), *Self-Organization in Nonequilibrium Systems*, J. Wiley & Sons.

NIELSEN, S. N. (2000), “Thermodynamics of an ecosystem interpreted as a hierarchy of embedded systems, *Ecological Modelling*, n° 135.

NIELSEN, S. N. y R. E. ULANOWICZ (2000), “On the consistency between

- thermodynamical and network approaches to ecosystems”, *Ecological Modellinig*, nº 132 (1–2).
- NORBERG, J. (1999), “Linking nature’s services to ecosystems: some general ecological concepts”, *Ecological Economics*, nº 29.
- O’NEILL, R. V., D. L. DE ANGELIS, J. B. WAIDE y T. F. H. ALLEN (1986), *A hierarchical concept of ecosystems*, Monographs in population biology, nº 23, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- ODUM, E. (1993), *Ecology and Our Endangered Life - Support Systems*, Second Edition, Sinauer Associates Inc. Publishers Mass, USA.
- ODUM, H. T., M. T. BROWN, L. S. WHITEFIELD, R. WOITHE y S. DOHERTY, S. (1995), “Zonal organization of cities and environment: a study of energy systems basis for urban society”, A report to the Chiang Ching-Kuo, Foundation for International Scholarly Exchange, Center for Environmental Policy, Gainesville, FL., University of Florida.
- ODUM, E. y F. O. SARMIENTO (1998), *Ecología. El puente entre ciencia y sociedad*, Mc Graw-Hill Interamericana, México.
- PIZARRO, C. (2009), “La vulnerabilidad de los inmigrantes bolivianos: los casos contemporáneos de violación de sus derechos en la región metropolitana de la ciudad de Córdoba”, en *VI Encuentro Interdisciplinario de Ciencias Sociales y Humanas*, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- REES, W. E. (1992), “Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out”, en *Environment and Urbanization*, vol 4, nº 2, Canadá.
- ROWE, J. S. Y SHEARD, J. W. (1981), “Ecological land classification: a survey approach”, en *Environmental Management*, nº 5.
- SAGPyA (1998), *Censo Hortícola 1998*, Cinturón Verde del Gran Buenos Aires, SAGPyA-INDEC, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires.
- SUBSECRETARÍA DE URBANISMO Y VIVIENDA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (2007), *Lineamientos estratégicos para la Región Metropolitana de Buenos Aires*, Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial, La Plata.
- TANSLEY, A. (1935), “The use and abuse of vegetational concepts and terms”,

en *Ecology*, nº 16 (3).

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP) (1992), *The Urban Environment in Developing Countries*, Nueva York.

URBAN, D.L., R.V. O'NEILL, y H.H. SHUGART Jr. (1987), "Landscape Ecology: A hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns", en *BioScience* Nº 37 (2).

VAPÑARSKY C. y N. GOROJOVSKY (1990), *El crecimiento urbano en la Argentina*, IEED-AL y GEL, Buenos Aires.

VÁZQUEZ, G. (2002), "Caracterización social de una zona periurbana: Cuartel V, partido de Moreno, provincia de Buenos Aires", Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.

VIGLIOLA, M. I. y otros (1991), *Manual de horticultura. Facultad de Agronomía*, Universidad de Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires.

WACKERNAGEL, M. y W. REES (1996), *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth*, New Society Publishers, Gabriola Island, British Columbia, Canadá.

WEBER, B. H. y otros (1989), "Evolution in thermodynamic perspective: an ecological approach", *Biology and Philosophy*, nº 4.

Capítulo 8

Metabolismo y paisaje

Alejandro D. Crojethovich Martin
Leonardo Fernández

Introducción

Una gran región metropolitana es un mosaico de usos del suelo que pueden ser clasificados de varias formas: productivamente, hay áreas agrícolas o rurales, urbanoindustriales, forestales e improductivas; áreas naturales versus áreas antropizadas; desde el punto de vista energético, áreas subsidiadas por energía fósil (agrícolas y urbanas) y áreas no subsidiadas. Cualquiera sea la clasificación que se adopte, existe una evidente interrelación entre las distintas áreas. Estas interrelaciones pueden ser de intercambio de materias primas, sociales, políticas, energéticas, etc. En este sentido se puede decir que una región metropolitana está integrada por un conjunto de paisajes con múltiples funciones.

Para algunos autores, el paisaje es la proyección espacial de un sistema de interacciones ecológicas. De acuerdo con Pineda y otros (1973) el paisaje es la percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas, mientras que para González Bernáldez (1981) el paisaje es la parte fácilmente perceptible de un sistema de relaciones subyacentes.

Cuando en un espacio geográfico interactúan elementos naturales, sociales y económicos, la resultante de las relaciones no percibidas directamente es la sustentabilidad que se manifiesta como el paisaje percibido.

Esas relaciones subyacentes se dan no solo entre elementos del paisaje, sino también con elementos de su entorno. La relación entre el entorno (el ambiente)

y el paisaje es fuerte en las regiones metropolitanas, donde la dependencia del exterior es muy importante. Como un emergente de una serie de relaciones ecológicas ocultas, el paisaje puede ser un elemento clave para evaluar la sustentabilidad urbana si se analiza su organización.

El paisaje puede ser visto como un sistema (Naveh, 1982) estructurado jerárquicamente (Zonneveld, 1989), lo que lo hace un objeto de estudio muy adecuado para analizar las características mencionadas en los capítulos 2 y 8. En este capítulo se desarrolla cómo la sustentabilidad, una de las propiedades mencionada en el Capítulo 2, se acumula en sistemas complejos, como son los paisajes urbanos: *La sustentabilidad se transmite a través de redes y cadenas. Aumenta o disminuye en cada paso y se acumula.*

La acumulación se manifiesta en el paisaje a través del aumento de organización quizás en forma similar a otros sistemas (Margalef, 1986).

La caracterización de un paisaje desde un punto de vista holístico se puede realizar a partir de conocer su estructura, sus funciones y el régimen de cambios. El análisis de la estructura a escala de paisaje puede mostrar la resultante de un conjunto de procesos que se dan en la región. Los flujos de materia, energía e información, se encuentran modificados con respecto a un paisaje “natural” e incluyen el ciclo de los residuos y relaciones sociales y económicas. El cambio es tanto natural como producto de procesos del desarrollo urbano y productivo. La estructura, los flujos y el régimen de cambios del paisaje son elementos a considerar cuando se analiza su sustentabilidad.

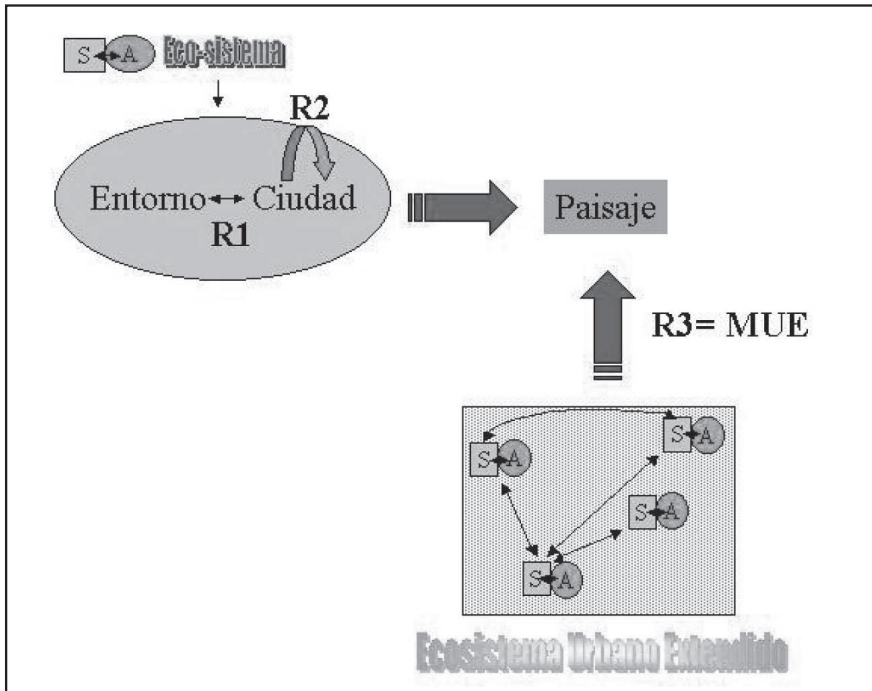
En el caso de paisajes, el transporte de materia y energía interconecta sus elementos, y de su acumulación histórica depende la configuración en un momento determinado. Un concepto clave es el de patrimonio: la continuada y compleja relación entre un sitio (construido o natural) y la historia (antigua o reciente) que es la fuente de la herencia y el vínculo con lo social (Storelli, 2003). El patrimonio está, así, fuertemente influenciado por la historia metabólica del sitio que determina el paisaje actual.

De este modo, el paisaje en una unidad básica de sustentabilidad con una estructura jerárquica y con propiedades reconocibles a un determinado nivel, con una fuerte dependencia de su entorno y los procesos de decisión históricos que determinaron su estructura actual. Tal ha sido el caso de la Ciudad de Buenos Aires en la época colonial, que estudiaremos a continuación.

En las ciudades (donde su relación con el entorno es muy importante) el paisaje depende de una serie de factores (Figura 8.1): las relaciones metabólicas internas (R_i) (ej. ciudad-campo), la retroalimentación interna de la ciudad

(R_2) (resultado de su propia organización previa) y del nivel de la ciudad en un entramado global (R_3).

Figura 8.1. Relación entre los distintos niveles metabólicos (función) y el paisaje en una ciudad



Fuente: Elaboración propia.

En la Ciudad de Buenos Aires, el período 1737-1757 divide su historia metabólica. La Ciudad de Buenos Aires fue fundada dos veces: una primera fundación en 1536 y una segunda fundación en 1580. Durante los primeros años, Buenos Aires actuó como lugar de paso de mercaderías y capitales entre la zona del Alto Perú, Tucumán y España. Al no participar en los procesos productivos (puesto que las mercaderías se producían por un lado en el Alto Perú y por el otro en Europa), Buenos Aires no acumulaba capitales (**Figura 8.2**). Su posición en la red metabólica mundial en esos años no permitía una

acumulación, el flujo de materia y energía no recirculaba. El paisaje urbano reflejaba su metabolismo.¹ Los materiales de construcción (principalmente barro y paja) tenían un bajo valor de *energía*² y la complejidad de las viviendas era muy baja. El jesuita flamenco Justo Van Snerck decía en 1629 al describir sus impresiones sobre la ciudad que:

Las iglesias y las casas, sin excepción, son todas de barro y están techadas con paja, y sólo algunas lo están con tejas. No hay ningún pavimento, se ignora lo que es una ventana de vidrio, ni siquiera las hay de tela o papel, no hay sótano, ni bodegas, ni tampoco obras de carpintería. No se emplean las escaleras, puesto que las casas son de una sola planta [...] No voy a hablar de los españoles en materia de ropa, que estoy hablando de cosas inventadas por mi fantasía.³

Es curioso también como dentro de esta red, la ciudad de Tucumán tenía una posición predominante sobre Buenos Aires, cuando jerárquicamente estaba el sistema dominado por Perú. Esta situación se mantuvo legalmente hasta principios del siglo XVIII, aunque para esa época se daba un abundante comercio fraudulento, lo que había hecho que la influencia de Buenos Aires sobre sus alrededores aumentara, produciéndose el comienzo de la dominación de la ciudad sobre su entorno a través del desarrollo de nuevas rutas metabólicas.

Sin embargo [con el comercio fraudulento], la ciudad logró desarrollarse y crecer con la construcción de nuevas casas e iglesias, perteneciendo algunas de las primeras a los vecinos más acaudalados. Se trataba, ciertamente, de una austera prosperidad, pero aún así no se correspondía con la situación extrema de años atrás. El crecimiento continuó y en 1698 ya se hizo necesario aumentar el ejido de la ciudad. Algunas casas desde mediados del XVII tenían zaguán y grandes habitaciones, varios patios y huertas y, a pesar de ser de una arquitectura desnuda y sencilla, los interiores estaban dotados de un lujo que llega a sorprender... y cojines de terciopelo, sedas de la India, damascos de la China y Castilla, o tafetanes bordados con galones, flecos y borlas de seda y oro.⁴

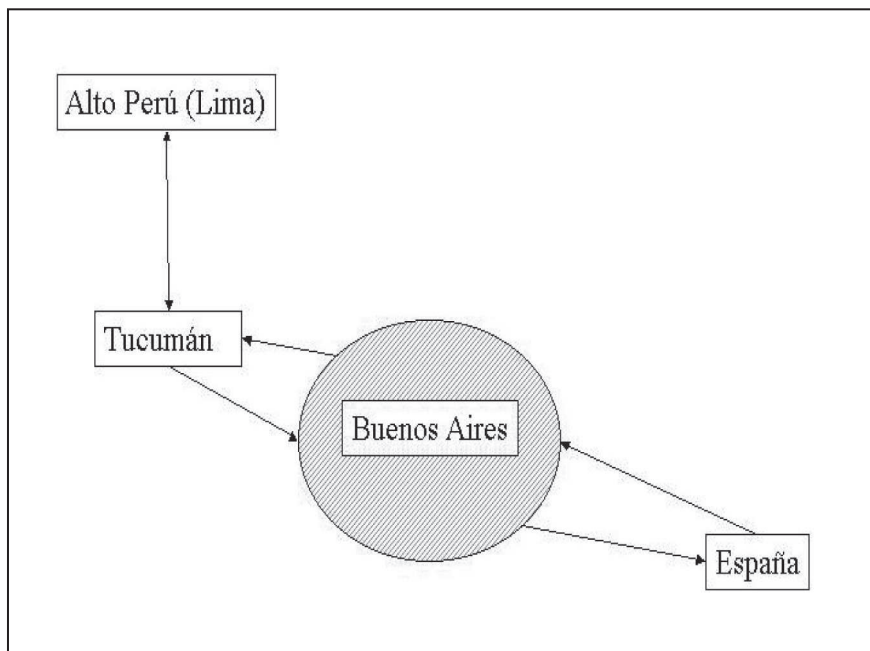
¹ La gestación y desarrollo de la analogía metabólica en relación al funcionamiento de la ciudades ha sido desarrollada en el capítulo 4 de este volumen,

² Suma de las energías utilizadas para producir una unidad de un bien o servicio.

³ Cit. Arazola Corvera, M. J. (1998), *Hombres, barcos y comercio de la ruta Cádiz-Buenos Aires: (1737-1757)*, Diputación de Sevilla, p. 75.

⁴ Ídem.

Figura 8.2. Buenos Aires en la red metabólica desde su fundación hasta principios del siglo XVII. Su relación con el entorno (área coloreada) es nula



Fuente: Elaboración propia.

Un hecho político desencadena una serie de acontecimientos que cambian el metabolismo urbano. La Guerra con Inglaterra en el año 1739 presiona a España a mantener el control de sus colonias en Sudamérica, otorgando en 1737 el permiso a Buenos Aires para comerciar más libremente con la Península. Este sistema de comercio llamado “de registros” fue muy activo entre 1737 y 1757, período “sin duda clave para el despegue comercial y económico de Buenos Aires, así como para la formación de una élite comercial, germen de futuras familias que habrían de dominar el ámbito socioeconómico porteño”,⁵ cuando el paisaje de Buenos Aires se transforma de aldea a puerto importante.

El tipo de mercadería intercambiada provee datos interesantes sobre cómo se desarrolla la ciudad y su metabolismo:

⁵ Arazola Corvera, M. J., *op. cit.*, supra, nota 3, p. 25.

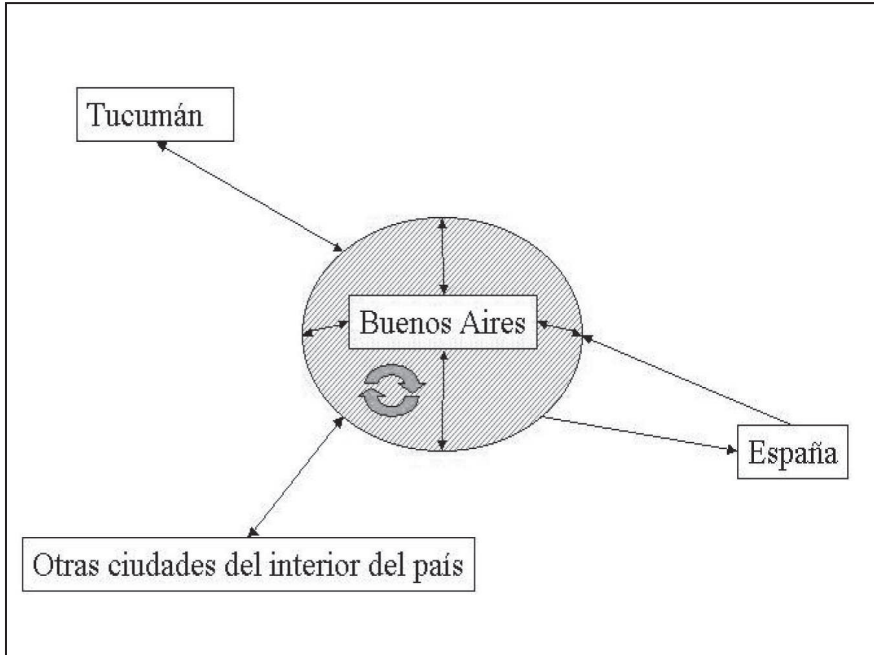
- *Mercaderías de España a Buenos Aires durante 1737-1757*: Acero, Aceite, Aguardiente, Frutos secos, Alimentos, Especies, Cobre, Café, Hierro, Hojalata, Latón, Licores, Libros, Papel, Peltre, Plomo, Vino, Armas, Cuchillos, Muebles, Cristal y vidrio, Loza y Vajilla, Cerraduras, Lámparas, Pelucas, Tabaco.
- *Mercaderías de Buenos Aires a España 1737-1757*: Cueros, Lana de vicuña, Plata, Oro, Caudales, Sebo, Especies.

Siguiendo este análisis:

- Los materiales ingresados tienen un alto valor agregado en términos energéticos (emergía). Fueron utilizados en la propia ciudad, transformándose el paisaje urbano: “a través de este material se puede seguir la evolución de la ciudad de Buenos Aires, ya que la progresiva demanda de útiles de construcción y adorno (por ejemplo, las rejas de ventanas y balcones) nos hace suponer un desarrollo urbanístico en el que las casas de dos pisos no eran ya tan infrecuentes, ni tampoco lo coches de caballos, dado el crecimiento de la ciudad. Prueba de ello es que a partir de 1743 se dio un importante incremento en los envíos de hierro trabajado en forma ornamental y en los complementos de éste, tales como los vidrios para ventanas y puertas, registrándose también arreos para los coches de caballo”.⁶
- Partes de estos materiales eran vendidos fuera de la ciudad, produciéndose dos consecuencias: el desarrollo de rutas de comercio y la dominación de áreas lejanas.
- Los materiales exportados de la ciudad (con un muy bajo valor agregado) determinaron una fuerte relación entre Buenos Aires y su entorno inmediato (La Pampa).
- Las diferencias entre entradas-salidas marcaron el comienzo de una asimetría metabólica que continuó hasta, al menos, 1929, cuando todavía el intercambio entre Buenos Aires y España se realizaba con las mismas mercaderías (los cueros, salados o frescos, ocupaban el segundo lugar en la exportación hacia España en ese año, por lo que seguían siendo un elemento primordial en la balanza comercial de la Argentina) (**Figura 8.3**).

⁶ Ibid., p. 179.

Figura 8.3. Buenos Aires a mediados del siglo XVIII. La expansión de su metabolismo urbano produce organización interna, dominación de su entorno, pero también coloca a la ciudad en su lugar en la red del metabolismo urbano extendido por más de 200 años



Fuente: Elaboración propia.

8.1. Sistemas organizados por ciclo de la materia, flujo de energía e información

Los flujos de materiales y capitales que ingresaban a Buenos Aires (y que extendían su influencia hacia áreas circundantes) produjeron un aumento en su organización interna, que se vio reflejado en su paisaje urbano. De esta forma, el metabolismo está fuertemente relacionado con las propiedades internas de un sistema urbano. La circulación de energía y materia, por ejemplo, en un curso hídrico, presta una serie de servicios ecológicos que se traducen en el aumento de las actividades productivas y para uso humano, modificando el paisaje y agregando bits de información al sistema (Figura 8.4).

Figura 8.4. Metabolismo urbano en una zona rural en Orense, España. El agua aprovisiona las casas de la región (al fondo) y posibilita el cultivo de la vid (a la derecha), además de modificar el paisaje



Fuente: Fotografía de Alejandro Crojethovich Martin.

La organización es una propiedad difícil de medir, sobre todo, porque es un concepto vago. Un enfoque exclusivamente energético oculta otro aspecto importante vinculado a la existencia de flujos de energía, que es la aparición de estructuras organizadas. Es esencial tomar en cuenta la información para estudiar la organización de los ecosistemas.⁷ La información puede ser medida a través de los índices de diversidad o complejidad como el siguiente:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 p_i \text{ donde su unidad es el bit}$$

⁷ Cfr. Jørgensen, S. B. y otros (1992), "Ecosystems emerging: toward and ecology of complex systems in a complex future", *Ecological Modelling*, nº 62, pp 1-27.

De acuerdo con Rueda Palenzuela,⁸ los portadores de información en un ecosistema urbano son las “personas clasificadas por categorías y las actividades, entidades e instituciones”, que podemos llamar “miembros”, p_i indica el número de miembros que cumplen una peculiaridad en el conjunto de miembros de la comunidad, aunque la diversidad en un sistema urbano puede ser evaluada de distintas formas: índices de diversidad aplicados a usos del suelo, actividades por área de espacio urbano, etc. En sistemas alejados del equilibrio en los cuales hay un gradiente de energía, la organización está asociada a la aparición de estructuras disipativas, como es el caso del propio metabolismo de una ciudad. De acuerdo con Kay, la aparición de estructuras en un ecosistema es la forma en la cual el ecosistema se opone al gradiente de energía externo que se le impone, intentando cumplir con la 2^{da} Ley de la Termodinámica y alcanzar el equilibrio.⁹ Es decir, cuanto mayor es la organización de la estructura del sistema, más rápido y eficiente es en disipar la energía. Para Margalef, esa estructura es el resultado directo de la historia de la energía usada y degradada en el pasado del sistema.¹⁰ De esta forma, la medida de la organización en un ecosistema es indicador de su eficiencia disipativa.

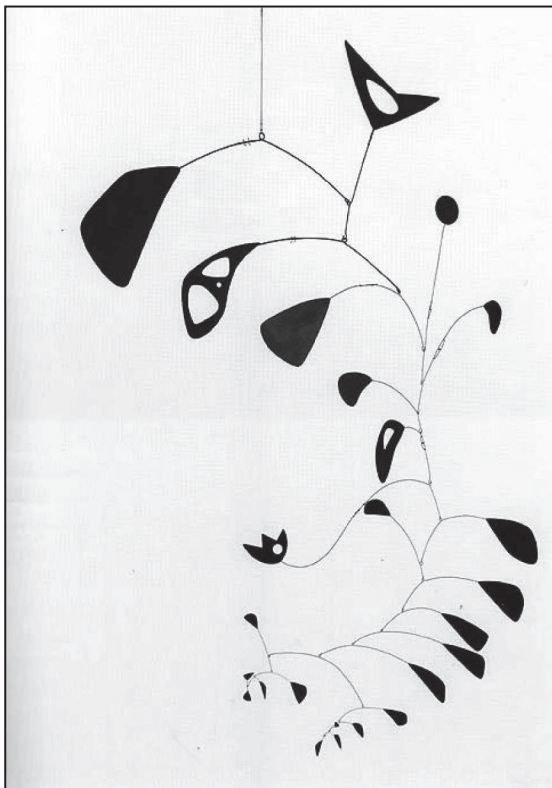
Con un sentido más general, la información en un sistema está relacionada con la disminución de la incertidumbre desde los infinitos estados posibles a un conjunto de estados que están sujetos a la interacción entre las partes del sistema. Un ejemplo puede servir para aclarar esta idea. Los móviles del escultor estadounidense Alexander Calder (1899-1976) (Figura 8. 5) son un conjunto de piezas relacionadas entre sí por alambres de metal. Los estados que puede adoptar el móvil, merced a su movimiento por las corrientes de aire, son un conjunto seleccionado por el escultor (quien agregó información a la obra) entre muchos posibles, de tal forma que, siendo los cambios impredecibles, su variedad se halla acotada por la estructura del móvil-sistema.

⁸ Cfr. Rueda Palenzuela, S. (1999), *Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles*, Fundació Fòrum Ambiental, Barcelona.

⁹ Cfr. Schneider, E.D. y J. J. Kay (1994), “Life as a manifestation of the second law of thermodynamics”, *Mathematical and Computer Modelling*, n° 19, pp. 25-48.

¹⁰ Cfr. Margalef, Ramón (1980), *La biosfera entre la termodinámica y el juego*, Omega, Barcelona.

Figura 8.5. A. Calder: S-Shaped Vine, 1946. Hojas de metal, alambre y pintura. (Sheet metal, wire, and paint) 250.2 x 175.3 cm
Colección de Rita y Toby Schreiber



Fuente: © 1998 Estate of Alexander Calder/Artists Rights Society (ARS), New York.

Otro ejemplo puede ser un sistema fluvial inserto en una matriz socio-ecológica. Dicho sistema, el río y las estructuras humanas (que modifican el río como puentes, presas, etc. y los asentamientos) tiene una historia de flujos de energía y materia que han determinado su estructura actual, esto es, la relación hombre-río. Esta historia (el tiempo con sentido), es la que engendra el “código” a través del cual se tamizan los infinitos estados futuros del sistema fluvial, sopesando diferencialmente las probabilidades de ciertos estados sobre otros, disminuyendo así su impredecibilidad. El río

ya no está solo dirigido por su propia dinámica, sino por su relación con el hombre, aunque también el hombre no sea totalmente libre de actuar, porque ha invertido mucha energía previa en el sistema. Es así que también las ciudades, vistas como sistemas complejos (tal cual fuera discutido anteriormente en este capítulo), son fruto de la historia metabólica en un sentido profundo.

8.2. La valoración de un paisaje: los servicios ecológicos

La acumulación de la sustentabilidad en un paisaje urbano tiene aparejada una serie de externalidades, que son los servicios ecológicos.

La valoración del territorio se realiza muchas veces sobre la base de las distintas formas de apropiación del paisaje. El concepto de *servicios ecológicos*¹¹ relaciona aquellos beneficios para la sociedad derivados de recursos naturales, funciones ecosistémicas y atributos paisajísticos. Expresa los mecanismos de valoración que regulan y mantienen la estabilidad del paisaje a través de procesos fundamentales de la naturaleza (la depuración de las aguas, el balance de la bioproductividad, el valor escénico, entre otras). Esta valoración del paisaje, de lógica política, económica o social, se puede clasificar en tres grupos: materiales, funcionales y perceptuales. En nuestro caso, refieren al aprovechamiento de los sistemas de soporte (entorno) para la organización del sistema urbano.

En las últimas décadas, el urbanismo no solo avanzó sobre los terrenos de vocación agrícola y ganadera, sino que ha generado fragmentación de áreas con elevado valor natural, que cumplen funciones de equilibrio territorial. Las cuencas hidrológicas también cumplen importantes funciones ecológicas para el sostenimiento del sistema metropolitano. Analizadas como unidad de paisaje, permiten reconocer los factores ambientales que regulan las interrelaciones del sistema metropolitano y su entorno. Para esto, es preciso reconocer primeramente los servicios de cada componente o subsistema del paisaje urbano, periurbano y rural. Nos centraremos en algunos aspectos presentes en el sistema metropolitano de Buenos Aires,

¹¹ Cfr. Costanza R., R. D'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, S. Naeem, P. Sutton, M. Van Den Belt (1997), *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, en *Nature*, vol. 387(6230), pp. 253-261.

que resultan relevantes desde el punto de vista de la interrelación entre actividades antrópicas y naturales.

8.3. Refugio de biodiversidad

La Región tiene singularidad geográfica con un alto valor de *biodiversidad*: encontramos especies, ecosistemas y paisajes de características tropicales y subtropicales en un contexto austral y templado. A pesar de que el paisaje predominante es la llanura, el encuentro de esta llanura con el ecotono fluvial deltaico y estuarino, origina una diversidad de ambientes con variedad geomorfológica a la que se asocian suelos y vegetación propios.

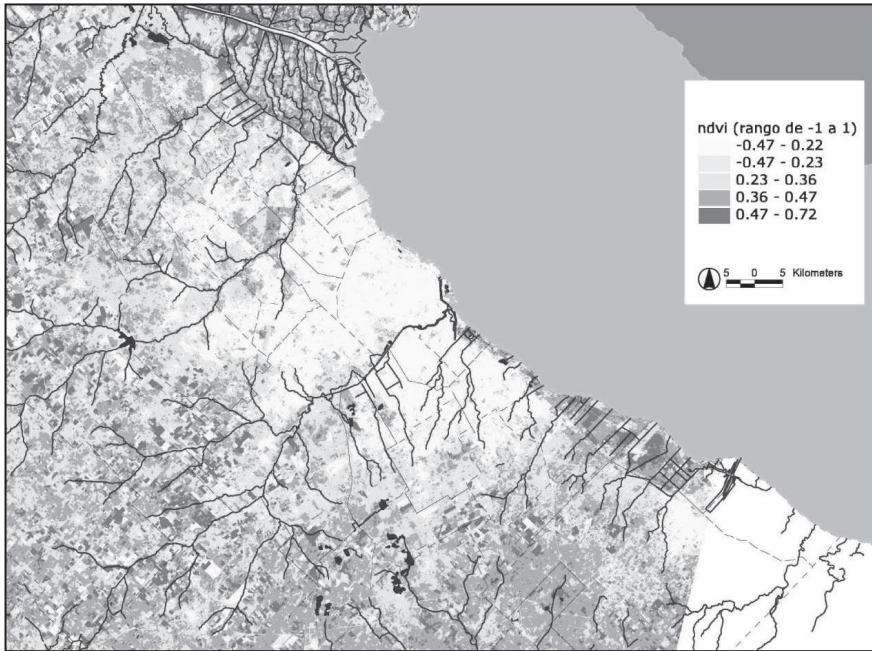
Las tierras altas de los interfluvios están cubiertas por el pastizal o estepa pampeana, que en su estado menos intervenido es flechillar (comunidad dominada por *Stipa sp.*). Las barrancas del Paraná y sus tributarios están cubiertos por *Celtis tala* o codominados por esta especie. Seguidamente, sobre los albardones (suelos aluvionales elevados) de la costa del estuario, aparece el bosque higrófilo denso o selva marginal.

Existe una biodiversidad que todavía es prácticamente ignorada: la de las ciudades. No solo hay ciudades con una sorprendente relación con especies animales y vegetales, sino que además los espacios urbanos naturalizados pueden jugar un papel muy significativo como sumideros de CO₂ y depuradores de gases nocivos, como sistemas filtrantes del agua de lluvia o mecanismos reguladores de las temperaturas extremas, o como amortiguadores del ruido.

El sistema metropolitano permite reconocer (y analizar) la biodiversidad urbana en relación al contexto biogeográfico donde se emplaza. Vale aclarar que el espacio a planificar suele formar parte de una matriz verde (jardines, espacios verdes públicos, corredores de arroyos y ríos, vías férreas, bordes de avenidas y autopistas, entre otros). Es importante que se comprenda que hay “escalas” en el diseño de paisaje, que pone énfasis en recrear el espacio silvestre del paisaje regional, local e incluso doméstico.

El relación al verde urbano, el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado, también conocido como NDVI, muestra mejor el verde en la región (**Figura 8.6**), caracterizando el estado fotosintético de la vegetación a partir de la combinación de dos bandas situadas en el espectro visible—concretamente en el rojo—y en el infrarrojo próximo.

Figura 8.6. Biodiversidad urbana (Índice Diferencial de Vegetación Normalizado)



Fuente: Landsat 7, 2009. Elaboración: Mariela Miño.

En la región, estas dos zonas espectrales permiten caracterizar dónde aparece la principal diferencia entre la vegetación sana y vigorosa, con alto contenido de humedad (verde intenso) y la vegetación enferma, que no muestra actividad fotosintética (verde degradado). En contrapartida, se verifica menor actividad fotosintética en las áreas urbanas, donde se destacan las áreas densamente urbanizadas, la red de caminos (avenidas, rutas y autopistas) y el ferrocarril. De acuerdo a estos resultados, se destacan las siguientes áreas de actividad fotosintética:

- la red hidrográfica, incluyendo el frente ribereño
- las grandes áreas de forestación (reservas, parques y barrios de forestación frondosa)
- el borde periurbano (áreas de florihorticultura).

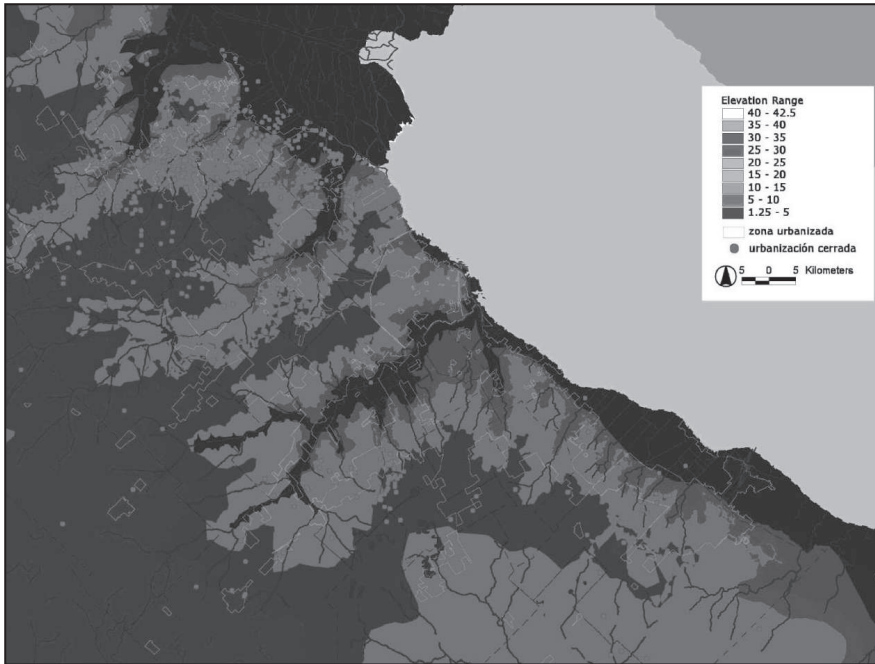
Como plantea Diego Garay en *Sistema de Áreas Verdes* (2008), es posible fomentar la presencia de diferentes especies en el tejido urbano mediante una adecuada conexión de los espacios libres internos (caminos, el ferrocarril y áreas ociosas) de la ciudad con los espacios naturales y rurales periféricos.¹² La perspectiva también permite la creación de corredores biológicos para proteger ámbitos estratégicos para el desplazamiento de determinadas especies, frente a los procesos de crecimiento urbano (por ejemplo, el manejo de la inundación en las cuencas superiores). El objetivo de este planteamiento es la creación de una red de espacios libres urbanos interconectados por medio de corredores, o sea, un sistema.

Lo importante para el Gran Buenos Aires está en el restablecimiento de las condiciones originales del pastizal pampeano, los bosques de talaes y la selva marginal, que implica conformar, junto con las plazas y parques de escala metropolitana, una trama de valor ecológico entrelazada con el tejido urbano.

8.4. Regulación hídrica

Los vientos del sudeste o *sudestada* que taponan la desembocadura del Río de la Plata, coincidiendo con fuertes lluvias sobre el territorio, ponen en crisis la capacidad del sistema hidráulico metropolitano, dando lugar a inundaciones sobre una parte considerable del área urbana. La regulación hídrica es un servicio que ofrecen naturalmente las cuencas, que debido a la escasa consideración de sus efectos, se ve alterada, poniendo en jaque las actividades urbanas, en ciertas circunstancias.

¹² Cfr. Garay D. y L. Fernández, *Sistemas de Áreas Verdes para la Región Metropolitana de Buenos Aires*, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, en prensa.

Figura 8.7. Área urbana y topografía

Fuente: Elaboración propia.

Las posibilidades de emplazamiento del sistema metropolitano son de diferentes características desde el punto de vista topográfico. La modificación ambiental que genera la expansión urbana es el rediseño topográfico e hidrológico, e incluso la configuración de nuevas modalidades de presentación espacial de pulsos de inundación, que significa modificar el servicio de *regulación hídrica*. Muchas urbanizaciones se desarrollan sobre fragmentos forestales en las costas de ríos y canales artificiales, y también con el avance de loteos en áreas inundables de humedales, como se desarrolla en la zona de Tigre y Escobar, se afecta el natural desempeño de las cuencas como reguladoras de los fenómenos hídricos. Un impacto de este tipo de procesos es la búsqueda de atenuación de inundaciones en algunas áreas, a través de la construcción de defensas y sistemas de rellenos, lo que genera la intensificación de inundaciones en otras zonas.

8.5. Depuración hídrica

El recurso hídrico (subterráneo y superficial), incluyendo las zonas de humedales, puede tener utilidad para la depuración de las aguas. Se trata de aguas provenientes de drenajes pluviales, de redes cloacales, del vuelco de tanques atmosféricos y del volcado de efluentes industriales. También, se agrega el escurrimiento de aguas contaminadas con agroquímicos provenientes de áreas rurales. En este sentido, cabe remarcar la utilización de agroquímicos en el mantenimiento de canchas de golf y de grandes áreas parqueizadas en las urbanizaciones cerradas, que son vertidos a cursos de agua o son arrastrados a estos por el agua de lluvia. Además, en las tierras bajas suelen localizarse basurales clandestinos, que son en la actualidad una causa de contaminación de las aguas, a través del *lixiviado*.

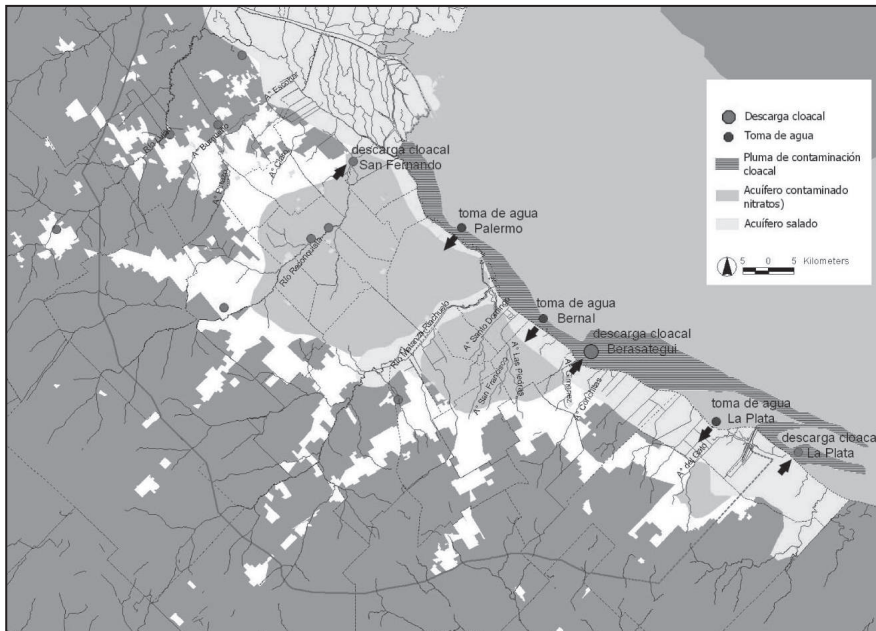
Los cursos de agua, además de la esorrentía natural, reciben descargas provenientes de plantas de tratamiento y tanques sépticos y de un elevado número de industrias (caucho, alimentarias, textiles, químicas, etc.). AySA ha estimado que fluyen 2,1 millones de m³ diarios de aguas negras sin tratar y 1,9 millones de m³ diarios de descargas industriales, al Río de la Plata. La repercusión principal consiste en que los estándares de calidad de agua se exceden constantemente en la franja costera de los 300 metros contiguos a la costa del Río de la Plata, haciendo que las playas no se puedan usar. Sin embargo, lo indicado por la normativa de calidad de aguas se cumple en forma regular, alejándose más allá de los 3.000 metros de la costa, debido al caudal de 30.000 m³ por segundo del Río de la Plata: una muestra de la enorme capacidad de *dilución* del estuario del Río de la Plata.

Con esto se quiere reconocer que el Río de la Plata, además de ser *suministro* de agua para consumo de la población, es *sumidero* de materiales y líquidos de desagües cloacales y de vertidos industriales. Lo deseable del tratamiento de las aguas negras depende del cuerpo de agua receptor y del uso del agua río abajo.

La gran capacidad de dilución y depuración del Río de la Plata representa un importante servicio que ofrece la oportunidad de una eliminación “barata” de las aguas negras. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la calidad de varios cursos de agua del Gran Buenos Aires se ha ido deteriorando debido a las descargas domiciliarias e industriales con poco o nulo tratamiento. Dado lo anterior, y atendiendo a la capacidad para el tratamiento de aguas de los humedales y cursos de aguas asociados, se necesitan estudios

de valoración precisos para la elaboración de una solución a largo plazo, teniendo en cuenta tanto las consideraciones bacteriológicas y químicas, como las estéticas, dado que estas afectan los múltiples usos del río como fuente de agua del sistema metropolitano, como lugar de recreación, así como recurso natural.

Figura 8.8. Entradas y salidas de agua



Fuente: Elaboración propia.

8.6. Fertilidad del suelo

La pampa es un mar *loseico* mundial que tiene una extensión de 50 millones de hectáreas y representa un recurso natural fundamental para el despliegue productivo del país. Se trata de una estepa herbácea con temperaturas benignas para el desarrollo agrícola, lluvias repartidas durante todo el año, y suelos profundos con un alto contenido de materia orgánica.

En la Provincia de Buenos Aires el potencial productivo del *suelo fértil* es formidable: se encuentra los índices de I a IV definidos por el Servicio de Conservación del Suelo de Estados Unidos (USDA) como recurso natural irremplazable, apto para cultivos agrícolas.

El cinturón verde del Gran Buenos Aires refiere a la horticultura de proximidad, llevada a cabo históricamente por migrantes de orígenes diversos: españoles, italianos, portugueses y, hoy en día, bolivianos.¹³ El Censo Hortiflorícola 2005 de la Provincia de Buenos Aires relevó 576,3 hectáreas en horticultura, 11,3 en floricultura y 6,4 en viveros: 352,1 hectáreas se destinan a la producción de hortalizas de hoja (predominan acelga y lechuga criolla), 167 a hortalizas de flores, frutos y tallos (predominan frutilla, zapallo y tomate), 49,3 a crucíferas (brócoli y repollo) y 23,6 a hortalizas pesadas y de raíz (remolacha). En 11,2 hectáreas bajo cubierta, prácticamente la totalidad se destina a la producción de lechuga mantecosa. En los últimos 25 años, la migración boliviana le ha dotado de una impronta cultural y espacial particular al cinturón verde. Se estima que el 40% de los horticultores de la Región Metropolitana son actualmente de ese origen.¹⁴

La pérdida de suelo fértil debida a la expansión urbana es un tema de preocupación en la política de manejo del suelo. El caso del sistema metropolitano es de relevancia, ya que se desarrolla sobre el soporte edáfico de mayor capacidad productiva. En este sentido, los trabajos de Morello, Mateucci y Buzai en base a los datos del Atlas de Suelo del INTA revelan que la nueva urbanización se desarrolla fundamentalmente en suelos de vocación agrícola.¹⁵

¹³ Cfr. Barsky A. (2005), “El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires”, en *Scripta Nova*, vol. 9, n° 194 (36), Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona.

¹⁴ Cfr. Benencia, R. y G. Quaranta (2005), “Producción, trabajo y nacionalidad: configuraciones territoriales de la producción hortícola del cinturón verde bonaerense”, en *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, n°23, pp.101-132.

¹⁵ Cfr. Morello J., S. D. Matteucci y G. D. Buzai (2006), *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural*, Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, y Godagnone, R. L. y R. R. Casas (1998), “Los Suelos del Conurbano Bonaerense”, Informe de Investigación, INTA, Instituto de Suelos, Castelar, mimeo, p. 27.

Figura 8.9. Expansión urbana y capacidad de uso de la tierra

Fuente: Elaboración propia.

Una aplicación del uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), sirve para mapear la evolución del urbanismo y medir sus consecuencias ecológicas en el paisaje. El mapa 2 permite diferenciar siete unidades cartográficas (UC) de los suelos del sistema pampeano, e incluye un sector de los suelos del delta del Paraná. Se han incluido las urbanizaciones cerradas de manera diferenciada en la mancha urbana y se muestra el consumo de suelo según la capacidad de uso (CU) de la tierra.¹⁶ El USDA distingue ocho clases que indican un aumento progresivo de las limitaciones que presentan los suelos para el desarrollo de los cultivos. Las primeras cuatro clases incluyen a los suelos aptos para los cultivos agrícolas (I, II, III y IV) y las últimas cuatro clases (V, VI, VII y VIII) incluyen los suelos aptos para pastoreo, pero no para los cultivos labrados comunes. Por su parte, el índice

¹⁶ Cfr. Fernández L. (2007), Los servicios ecológicos que brindan los humedales. El caso de Tigre, provincia de Buenos Aires, Tesis de la licenciatura en Ecología Urbana, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires. [En línea] <<http://www.eumed.net>>.

de productividad (IP) se interpreta como una proporción del rendimiento máximo potencial de los cultivos más comunes de la región. La diferencia entre el valor 100 y el índice de productividad indica el porcentaje de disminución experimentado en los rendimientos máximos, debido al efecto de una o más variables.¹⁷

La mayor cantidad de urbanizaciones y de la superficie de la tierra se encuentra localizada en la Zona Norte con una pérdida de suelo de más de 17.000 hectáreas (58,7%) en contextos de la pampa ondulada. La Zona Oeste es la que sufre menos cambios, en tanto que en la Zona Sur los valores correspondientes son significativos, aunque la calidad del suelo, propia de la pampa deprimida, tiene más aptitud ganadera. La incidencia de esta ocupación urbana, por la degradación y destrucción del potencial productivo de los sistemas agrícolas y naturales es prácticamente irreversible, especialmente en cuanto a la actividad de horticultura de proximidad.

8.7. Depuración atmosférica

El sistema metropolitano está emplazado en una enorme planicie abierta, sin barreras a la circulación del aire, en la cual los vientos de cualquier cuadrante “limpian” fácilmente la atmósfera, es decir, impiden la acumulación de contaminantes en el aire. Por otro lado, el clima se caracteriza por la alternancia de diferentes vientos, que también cumplen esa función de descontaminación. No cabe duda de que las condiciones naturales, como lo indica su toponimia,¹⁸ son en Buenos Aires, más favorables que en otras ciudades de América Latina, como Santiago de Chile o México, cuya topografía y meteorología tienden a dificultar la limpieza de la atmósfera.

¹⁷ Morello y otros, *op. cit.*, supra, nota 15, p. 27.

¹⁸ La denominación “Santa María de los Buenos Aires”, esa pequeña aldea que fundaron en el siglo XVI los colonizadores españoles en la margen occidental del Río de la Plata, entre otras cosas, centro del Virreinato del Río de la Plata, del estado independiente que tomó de ella su denominación y de la nación que se llamó como el río, ha hecho suponer que, en la entonces inmensidad vacía formada por los pastizales de la pampa y las aguas barrosas del estuario, la bondad del aire fue el rasgo natural que invocó la imaginación de los fundadores. Sin embargo, los historiadores se inclinan por creer que la toponimia fundacional, que también incluía a la Santísima Trinidad, estaba más relacionada con el culto celestial, que para ellos venía primero, que con la apreciación meteorológica. Cfr. Aramendia P. F., R. Fernández Prini y G. Gordillo, “¿Buenos Aires en Buenos Aires?”, en *Revista Ciencia Hoy*, vol. VI, n°3, 1995, p. 57.

En la actualidad, sin embargo, si se observa la ciudad desde un punto alejado, como volando en un avión o desde el río, se ve que durante ciertos días del año, está cubierta por una apreciable bruma aparentemente tóxica, impresión que concuerda con la de quienes transitan por determinadas calles a ciertas horas, que perciben la presencia de humos y gases, provenientes, fundamentalmente, de la combustión de los vehículos automotores. Pero también hay otros agentes de emisión, como las usinas termoeléctricas (Central Puerto y Puerto Nuevo), los polos petroquímicos (Dock Sud, Ensenada y Zárate), y en general, las fábricas del cordón industrial metropolitano.

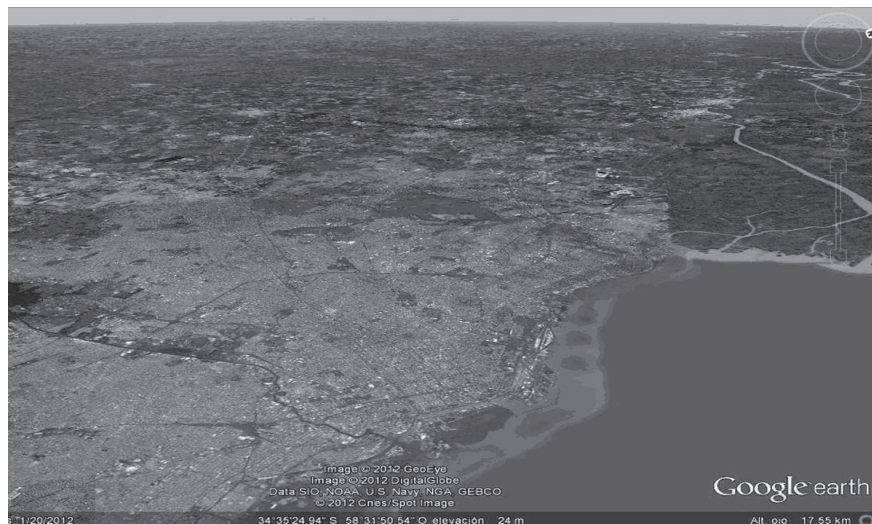
Los contaminantes atmosféricos más importantes son gases: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x, denominación genérica que designa al óxido nítrico –NO– y al dióxido de nitrógeno –NO₂–), dióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃) e hidrocarburos volátiles. También se destacan los aerosoles (nombre que, en este contexto, se da a una suspensión de partículas en el aire), como los humos, que pueden contener sustancias tóxicas del tipo del plomo.

Hay que señalar que el monóxido de carbono que se registra en el área central durante la jornada laboral, cuyo nivel promedio casi invariable oscila alrededor de las 9ppm (partes por millón), expone en forma continua al transeúnte, así como a quienes ocupen locales abiertos a la calle, a los peligros de un aire contaminado en grado apreciable, con las esperables consecuencias para su bienestar; su salud y su rendimiento en el trabajo.¹⁹

En todo el mundo, la contaminación atmosférica produce una disminución del bienestar y la capacidad de los ciudadanos y, llegada a ciertos límites, desemboca en padecimientos, más o menos difundidos y graves, de las vías respiratorias. Además, las afecciones ocasionan gastos de tratamiento médico, así como otros efectos económicos. Daña los objetos y materiales expuestos a la atmósfera urbana: los metales se corroen, las construcciones y los monumentos se deterioran, las telas y los papeles se arruinan irreversiblemente. Los gastos de mantenimiento, reparación y reposición que se suscitan son considerables.

¹⁹ Ibid., p. 60.

Figura 8.10. Buenos Aires a vuelo de pájaro



Fuente: Google Earth, 2012. La imagen muestra la interfase llanura pampeana y el estuario rioplatense. Los vientos en todas las direcciones dispersan la contaminación atmosférica que se genera en el sistema metropolitano.

En consecuencia, en el Gran Buenos Aires el tránsito automotor constituye una enorme fuente de contaminación de la atmósfera. Solo el favorable emplazamiento geográfico, y los vientos que predominan, evitan la situación muy crítica que sobrevendría en pocos días si se acumularan los desechos. Todo un servicio ecológico para mantener la calidad de la atmósfera metropolitana.

Bibliografía del Capítulo 8

- ARAZOLA CORVERA, M. J. (1998), *Hombres, barcos y comercio de la ruta Cádiz-Buenos Aires (1737-1757)*, Diputación de Sevilla.
- ARAMENDIA, P. F., R. FERNÁNDEZ PRINI y G. GORDILLO (1995), “¿Buenos Aires en Buenos Aires?”, en *Revista Ciencia Hoy*, vol. VI, n°3.
- BARSKY A. (2005), “El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires”, en *Scripta Nova*, vol. 9, n° 194, (36), Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona.

- BENENCIA, R. y G. QUARANTA (2005), "Producción, trabajo y nacionalidad: configuraciones territoriales de la producción hortícola del cinturón verde bonaerense", en *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, n °23.
- COSTANZA R., R. D'ARGE, R. DE GROOT, S. FARBER, M GRASSO., B. HANNON, K. LIMBURG, R. O'NEILL, J. PARUELO, R. RASKIN, S. NAEEM, P. SUTTON, M. VAN DEN BELT (1997), *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, en *Nature*, vol. 387(6230).
- FERNÁNDEZ, L. (2007), Los servicios ecológicos que brindan los humedales. El caso de Tigre, provincia de Buenos Aires, Tesis de la licenciatura en Ecología Urbana, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, [En línea] <<http://www.eumed.net>>.
- GARAY, D. y L. FERNÁNDEZ, *Sistemas de Áreas Verdes para la Región Metropolitana de Buenos Aires*, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, en prensa.
- GODAGNONE, R. L. y R. R. CASAS (1998), "Los Suelos del Conurbano Bonaerense", Informe de Investigación, INTA, Instituto de Suelos, Castelar, inédito.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1981), *Ecología y Paisaje*, Blume, Madrid.
- JØRGENSEN, S. E.; B. C. PATTEN y M. STRAŠKRABA (1992), "Ecosystems emerging: toward an ecology of complex systems in a complex future", *Ecological Modelling* N° 62.
- MARGALEF, R. (1980), *La biosfera entre la termodinámica y el juego*, Omega, Barcelona.
- _____ (1986), *Ecología*, Omega, Barcelona
- MORELLO J., S.D. MATTEUCCI y G.D. BUZAI (2006), *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural*, Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.
- NAVEH, Z. (1982), Landscape ecology as an emerging branch of human ecosystem science, en *Advances in Ecological Research*, n° 12, pp.189-237.
- PINEDA, F. D. y otros (1973), "Terrestrial ecosystems adjacent to large reservoirs", en *Eco-survey and Diagnosis, International Commission on*

Large Dams, XI Congress.

- RUEDA PALENZUELA, S. (1999), *Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles*, Fundació Fòrum Ambiental, Barcelona.
- SCHNEIDER, E.D. y J.J. KAY (1994), "Life as a manifestation of the second law of thermodynamics", *Mathematical and Computer Modelling*, nº 19.
- STORELLI, C. (2003), The city as heritage, in *Towns and Sustainable Development – Council of Europe*, Bietlot–Gilly, Naturopa, Belgium, nº 100, p.8.
- ZONNEVELD, I. S. (1989), The land unit-A fundamental concept in landscape ecology, and its applications, *Landscape ecology* 3(2), pp. 67-86.

Capítulo 9

Problemas ambientales urbanos

Ana Carolina Herrero

A mis padres

*A mí se me hace cuento que empezó Buenos Aires:
La juzgo tan eterna como el agua y como el aire.*
Jorge Luis Borges, *Fundación mítica de Buenos Aires*

Introducción

Los sistemas naturales se encuentran sujetos a determinadas condiciones de radiación, temperatura, humedad, precipitación, etc., que definen un modelo climático particular para cada sitio. A su vez, el territorio donde actúa dicho modelo posee particulares características de relieve, geología, suelo y vegetación. Cuando en esa área se asientan poblaciones y comunidades que desarrollan diferentes actividades (agrícolas, ganaderas, extractivas, etc.), se forman y desarrollan ámbitos urbanos que afectan al sistema natural, al alterar su estructura y funciones. Si se desconocen las razones estructurales de esas perturbaciones, ello resultará en problemas crecientes en cantidad e intensidad que, eventualmente, pueden hacer insostenible la ciudad.

La ciudad, como expresión de una estructura y dinámica social, puede ser caracterizada por el tipo de actividades, y por una determinada forma, un tamaño y una densidad de población, entre otras variables. Las cifras actuales a nivel mundial indican que “el mundo es urbano”, dado que más de la mitad de la población vive en centros urbanos. En particular, América Latina se caracteriza por ser una de las regiones más urbanizadas del mundo, porque el 80% de la población vive en contextos urbanos. En Argentina, esta tendencia

es más intensa: la población urbana es de casi el 90%. En ciudades intermedias (que van desde los 10.000 hasta los 500.000 habitantes) vive un 35%; y en el Gran Buenos Aires viven cerca de 14 millones de habitantes, esto es, el 33% de la población del país.¹

Como se mencionara, la urbanización supone la sustitución de los ecosistemas naturales y rurales por centros de gran densidad creados por el hombre, donde la especie dominante es la humana, y el medio está organizado para permitir su supervivencia. El clima, ciclo de nutrientes y agua, flujo energético, estructura espacial y acervo biológico, difiere notablemente de su entorno rural y natural.

Tal como lo señalan Toledo y González de Molina,² las relaciones que los seres humanos establecemos con la naturaleza son siempre dobles: individuales o biológicas y colectivas o sociales. A nivel individual, los seres humanos extraemos de la naturaleza cantidades suficientes de oxígeno, agua y biomasa para sobrevivir como organismos, y excretamos calor, agua, dióxido de carbono y sustancias mineralizadas y orgánicas. A nivel social, como conjunto de individuos articulados a través de relaciones de diferentes tipos, nos organizamos para garantizar nuestra subsistencia y reproducción, y extraemos también materia y energía de la naturaleza por medio de estructuras meta-individuales o artefactos, y excretamos calor y toda una gama de diferentes clases de residuos.

Por lo tanto, nos comportamos como un sistema abierto capaz de organizarnos a través de flujos: dependemos de una serie de entradas (agua, alimentos, energía, materiales) y al mismo tiempo, generamos salidas (escombros, aguas residuales, emisiones gaseosas, residuos sólidos, entre otros). Entender el intercambio de materia, energía e incluso de información entre el sistema urbano y su entorno, implica analizar las mediaciones entre los procesos sociales y materiales, o sea entender el **metabolismo social**. En analogía con la noción biológica y fisiológica de metabolismo, este concepto se utiliza en el estudio de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza para describir y cuantificar los flujos de materia y energía que se intercambian entre conglomerados sociales y el medio natural, con la intención de mitigar los problemas ambientales urbanos y hacer de la sustentabilidad algo más que una expresión de deseo. En efecto, el estado de cosas actual nos muestra que el aumento de las pautas de consumo (reflejado en las formas de producción, movilidad, crecimiento urbano, etc.), supone un incremento de las demandas materiales, de agua y energía, con el consecuente aumento en la generación de emisiones, efluentes y

¹ INDEC, Censo 2010.

² Toledo, Víctor Manuel y Manuel González de Molina (2010), Pre-Capítulo 2, *Metabolismos, Naturaleza e Historia: hacia una teoría socio-ecológica del cambio histórico*, en prensa.

residuos, y en general, un deterioro de las condiciones ambientales (acumulación de residuos, pérdida de biodiversidad, dificultad de movilidad, contaminación hídrica, degradación del suelo, etc.).

El análisis de la ciudad bajo el prisma del metabolismo propone distinguir tres tipos de flujos de energía y materiales: los de entrada, los interiores y los de salida. Analizar y comparar un esquema de metabolismo lineal (entrada – salida) con uno que incorpora los tipos de flujos interiores (metabolismo en espiral) que incluye las interrelaciones que ocurren al interior de una ciudad, ayuda a comprender y, se espera, minimizar las disfunciones entre las entradas y salidas, que son las que impactan negativamente en la calidad de vida de la población y en los ecosistemas naturales.

Este tipo de análisis permite aportar conocimiento en el plano práctico a la hora planificar y gestionar la ciudad. El empleo de tecnologías que reduzcan el uso de combustibles fósiles o que minimicen la generación de residuos y maximicen el rendimiento energético, la promoción de la agricultura periurbana para la producción de los alimentos, la compacidad del tejido urbano, el fomento a la peatonalización y al transporte público, el aumento de las áreas verdes públicas basado en la protección de valores del paisaje natural y la accesibilidad, forman parte, entre otras cuestiones, de los resultados que se esperan de este tipo de análisis. Ideas de cara al futuro que, aunque trazan una ciudad teórica, nos indican que es posible llevarlas a la práctica.

En este capítulo se trabajarán los recursos agua, aire, suelo y los residuos, desde el enfoque del metabolismo que sucede entre la naturaleza y la sociedad.

9.1. Conceptualización, caracterización y abordaje de análisis de los problemas ambientales

Es un lugar común afirmar que los problemas ambientales³ son complejos y que requieren una mirada interdisciplinaria para caracterizarlos y resolverlos. Es menos común encontrar indicios de cómo hacerlo. Sin embargo, cuando nos embarcamos a diagnosticar un problema ambiental –siempre con miras a su mi-

³ “Aquellas interrelaciones entre la sociedad y el medio físico (transformado o no) que generan directa o indirectamente consecuencias negativas sobre la salud de la población presente y/o futura y sobre sus actividades (y relaciones) sociales, pueden provocar un impacto negativo sobre los componentes de la flora y la fauna, y alterar las condiciones estéticas y sanitarias del ambiente”, Di Pace, María y Eduardo Reese (1996), *La problemática ambiental urbana. Material de apoyo para el curso de la asignatura Ecología Urbana* (Manual 2), Documento del Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, p. 15.

tigación— es imprescindible reconocer aquellas variables que, en su conjunto, nos indiquen no sólo la magnitud del problema, sino también las acciones a llevar a cabo para su resolución. Para identificar, priorizar y prevenir los problemas ambientales es necesario considerar y estudiar la respuesta a estos interrogantes: ¿Qué proceso ha desencadenado lo que denominamos “problemas ambientales”?; ¿han ocurrido alguna otra vez?, ¿con qué frecuencia?, ¿dónde? ¿Cómo afectan a la población y en particular a los sectores más vulnerables de la sociedad?, ¿y al resto de los seres vivos? ¿Cuáles son los efectos sobre la productividad económica urbana? ¿Pueden llevar a cambios irreversibles en la cantidad y calidad de los recursos naturales?, ¿pueden prevenirse?, ¿de qué manera? ¿Cuáles son las políticas que deberían aplicarse para su prevención?

Estas preguntas expresan las variables que caracterizan un problema ambiental dado; en efecto, algunas de estas preguntas ponen de manifiesto la relevancia de la variable *espacio*; otras, la *temporal*. Están las que ponen énfasis en el carácter *sinérgico* o de *reversibilidad* del fenómeno, y las que vinculan el problema con el tipo de *conflicto* que le subyace. Como sea, resulta imprescindible hacer el esfuerzo de operacionalizar empíricamente las dimensiones con las que se busca caracterizar un problema ambiental, y para ello, es necesario basar nuestros saberes en el conjunto de una serie de variables. En el **Cuadro 9.1** se incluyen algunas de estas variables. Si bien de ningún modo se pretende que sean suficientes, son útiles para ilustrar las dificultades metodológicas inherentes de la caracterización de los problemas ambientales y darle contenido a lo que de otro modo quedaría como expresiones de buena voluntad metodológica sin capacidad heurística.

Cuadro 9.1. Variables que caracterizan un problema ambiental

VARIABLES	TIPOLOGÍA DE SITUACIONES
a) Cantidad de población	+66%, 33-66%, 5-33%, hasta 5%
b) Grupos sociales	único/diverso
c) Fuentes	múltiples/únicas
d) Origen del conflicto	natural/antrópico
e) Escala espacial	urbana/sector urbano/barrial/planetaria
f) Escala temporal	h.1. ocurrencia h.2. vigencia: continua/intermitente/puntual h.3. reversibilidad: largo/mediano/corto plazo

Fuente: En base a Di Pace, María y Adriana Allen, 1996, *La problemática ambiental urbana. Material de apoyo para el curso de la asignatura Ecología Urbana* (Manual 2), Documento del Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.

a) Cantidad de población: no es casual que la primera de las variables consideradas sea la cantidad de personas afectadas. La *dimensión social* de los problemas ambientales es una de los más relevantes, tanto para el diagnóstico del problema como para la etapa de mitigación y/o gestión.

b) Grupos sociales: uno de los modos de distinguir grupos sociales es mediante variables económicas, particularmente, el ingreso económico. Sin embargo, en otros casos, los agrupamientos pueden hacerse con otros criterios (nivel educativo, tipo de vivienda, hacinamiento, etc.).

c) Fuentes: consigna el origen de la información (medio periodístico nacional y/o local, manifestación, marcha, protesta, etc.), dando cuenta del involucramiento de la población y en ese sentido de la percepción de la gente hacia el problema.

d) Origen del conflicto: en cualquier problema ambiental puede percibirse algún tipo de conflicto. El origen de un conflicto se considera natural cuando sus causas son exclusivamente dependientes de la naturaleza, sin ningún tipo de intervención antrópica. Los conflictos derivados de un terremoto son el ejemplo más evidente. En cambio, un conflicto es de origen antrópico cuando se origina por desconocer el soporte físico natural al momento de planificar en territorio las actividades humanas. Algunos ejemplos: intercepción de la recarga de acuíferos debido a la impermeabilización de suelos, pérdida de espacios verdes públicos por ocupación ilegal, inundaciones de viviendas por su localización en valles de inundación o en zonas topográficamente deprimidas. También dentro de este grupo pueden distinguirse aquellos derivados de la nula y/o inadecuada y/o insuficiente implementación de recursos (humanos y económicos), por ejemplo: déficit de provisión de agua para consumo, manejo inadecuado de efluentes líquidos, contaminación atmosférica por emanaciones de gases y partículas, ineficiente gestión de residuos sólidos, anegamientos por insuficiencia en la conducción y disposición de aguas pluviales, falta de funcionalidad urbana debido a las inadecuadas condiciones de accesibilidad y circulación, incompatibilidad de actividades urbanas por proximidad espacial de usos, hacinamiento y precariedad por carencia de espacios edilicios necesarios, entre otros.

e) Escala espacial: siempre podrá determinarse una dimensión espacial al problema ambiental que se analice. Algunas veces ese espacio será equivalente a los límites catastrales de una propiedad o una jurisdicción, pero la mayor parte de las veces el espacio vinculable a un problema ambiental no coincide con estos límites artificiales. El análisis de las diferentes escalas espaciales permite abordar el *carácter interjurisdiccional* de gran parte de los problemas ambientales urbanos. Hardoy y Satterthwaite plantean al respecto cinco niveles de análisis que son retomadas

por Di Pace y otros. El **Cuadro 9.2** muestra cinco escalas espaciales asociadas al tipo de infraestructuras y servicios claves característicos en cada una de estas.

Cuadro 9.2. Escalas espaciales de los problemas ambientales

ESCALA ESPACIAL	INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS CLAVES
VIVIENDA Y LUGAR DE TRABAJO	Capacidad habitacional Saneamiento al interior de la vivienda Generación residuos domiciliarios sólidos y líquidos Ventilación
BARRIO O COMUNIDAD	Cobertura de infraestructura de saneamiento Gestión de residuos sólidos urbanos e industriales Desagües pluviales Pavimentación
CIUDAD	Parques industriales Infraestructura viaria Plantas de tratamiento Áreas de relleno
REGIÓN	Autopistas Plantas de generación de electricidad
CONTINENTE / PLANETA	Actividades urbanas ligadas a la producción y el consumo.

Fuente: Adaptado de Bartone, 1994, en Di Pace, María y Adriana Allen, *op.cit.*, p 29.

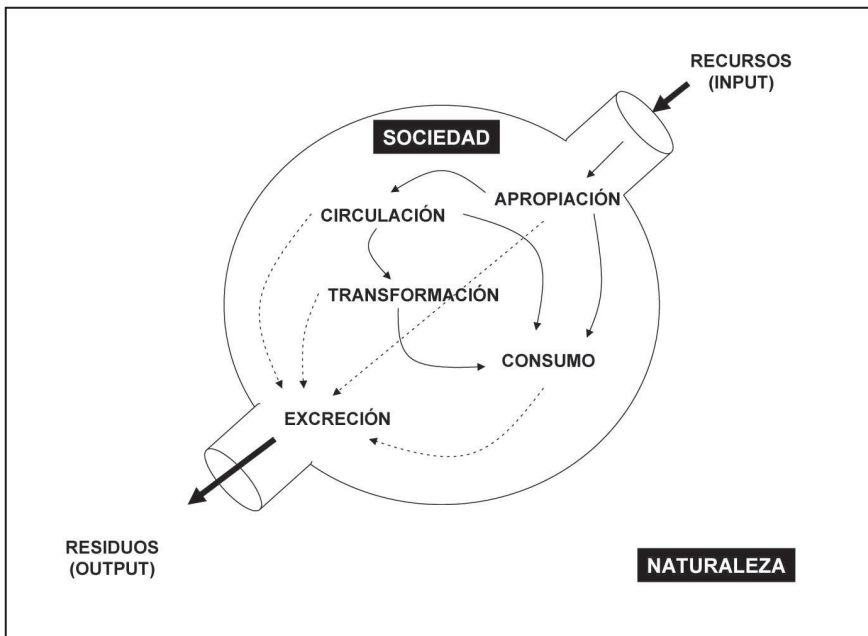
f) Escala temporal: Existen efectos ambientales actuales que fueron causados por acciones pasadas que persisten aún cuando las actividades que le dieron origen hayan cesado (pasivo ambiental). En otros casos, la relación causa y efecto es inmediata. Existen otras situaciones en las que es posible prever problemas ambientales futuros de actividades que se desarrollan en el presente. En este sentido, el análisis histórico y proyectivo de las condiciones ambientales urbanas posee implicancias fundamentales para el diagnóstico y la gestión ambiental. Tal como lo señala Fernández, “es imposible acceder a una cierta interpretación de la complejidad de la problemática ambiental por fuera del análisis procesualista, de la consideración”.⁴

Las variables mencionadas ayudarán a conocer la magnitud del problema al que nos estamos enfrentando. Sumado a ello, la resolución de estos conflictos desde el abordaje de **metabolismo social** permite el análisis sobre la forma en que nos “apropiamos” de los materiales y energías de la naturaleza (entradas) y cómo “depositamos” nuestros desechos, emanaciones o residuos en los espacios naturales

⁴ Fernández, María Augusta, 1996.

(salidas). Pero, tal como lo señalan Toledo y González de Molina,⁵ entre estos dos fenómenos ocurren además procesos en las “entrañas” de la sociedad, por medio de los cuales las energías y materiales apropiados circulan, se transforman y terminan consumiéndose (ver **Figura 9.1**). Estos fenómenos son cinco: de apropiación (por ejemplo, para dotar de agua a una ciudad debe ser captada -apropiada- de un recurso hídrico superficial o subterráneo), de transformación (siguiendo con el ejemplo, el agua captada es procesada para asegurar calidad de consumo), de circulación (el agua tratada es distribuida por cañerías e impulsada por bombas para alcanzar su destino), de consumo (el agua es consumida de acuerdo, entre otras cuestiones, a pautas culturales, económicas y estacionales), y de excreción (el agua consumida es volcada a cañerías que la transportan a sistemas de tratamiento específico y finalmente la vuelcan en algún punto)⁶.

Figura 9.1. Esquema general del proceso metabólico entre la sociedad y la naturaleza



Fuente: Toledo, Víctor y Manuel González de Molina, 2010.

⁵ Toledo V. M. y M. González de Molina, 2010.

⁶ En este caso se ilustró con el ejemplo del agua, pero los cinco fenómenos sirven para describir y analizar cualquier otro proceso interior de metabolismo social.

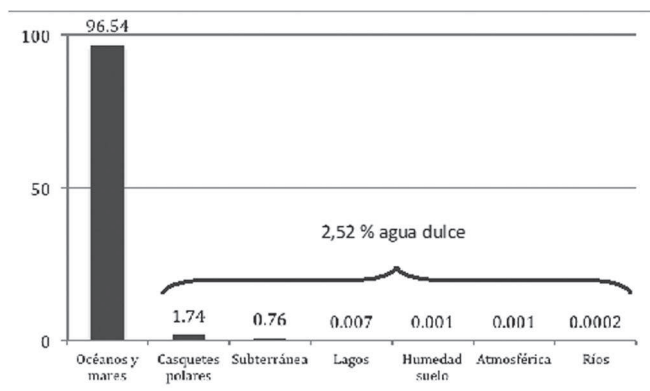
9.2. Problemas ambientales urbanos asociados con el recurso hídrico

Bajo el prisma del metabolismo social, el AGUA es una de las ENTRADAS fundamentales del sistema urbano y, por extensión, también una de las principales fuentes de problemas ambientales en las ciudades. No es casualidad, entonces, que se puedan distinguir a los problemas asociados al recurso hídrico entre los fenómenos metabólicos típicos mencionados, por ejemplo, sobreexplotación del recurso (apropiación), tratamiento de líquidos (transformación), enfermedades de origen hídrico (circulación), conflictos entre usuarios (consumo), y contaminación por vuelo de efluentes (excreción). Así, estas y otras problemáticas serán desarrolladas a lo largo del presente apartado.

Caracterización del recurso agua⁷

Leemos, escuchamos y por cierto, en la edición anterior de este libro se afirmó que el agua dulce es un recurso escaso. Y efectivamente las cifras indican que de la totalidad de agua disponible en el planeta, el 96,54% corresponde al agua salada y que del pequeño porcentaje de agua dulce (2,52%), el 1,74% se almacena en los casquetes polares, el 0,76% se encuentra en el agua subterránea y el 0,0072% representa el agua dulce superficial (ver **Figura 9.2**).

Figura 9.2. Distribución de agua en el Planeta Tierra



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por <http://www.worldwater.org/>

⁷ Algunas secciones tomadas de Herrero, Ana Carolina (2011), “Generalidades del recurso hídrico”, en *El agua en Argentina*, Editorial Kaicron, en prensa.

Si bien es evidente que la cantidad de agua dulce es extremadamente pequeña cuando se la compara con la salada, no parece correcto concluir que el agua dulce es un recurso escaso, porque en este contexto la escasez no es un sinónimo de poca cantidad, sino un concepto definido por la demanda y por lo tanto, asociada a su disponibilidad: el agua debe considerarse escaza cuando su disponibilidad está limitada por razones físico- naturales, climáticas, políticas o de gestión. En ese marco, lo relevante no es la cantidad de agua dulce comparada con la salada, sino su disponibilidad en función de los habitantes del planeta y sus actividades, así como el agua requerida para el funcionamiento de los diversos ecosistemas naturales.

De la totalidad de agua dulce en el planeta (aproximadamente 35 millones de km³), solo una parte se encuentra disponible para las actividades humanas, dado que otros volúmenes son empleados para el funcionamiento de los ecosistemas naturales o almacenados en diferentes reservorios. El agua, a diferencia de la mayoría de los recursos naturales, se caracteriza por su renovación continua que da origen al ciclo hidrológico. El conocimiento de esta capacidad de regeneración del recurso agua ha instalado en la especie humana una falsa premisa: “su inextinguibilidad”... pero dado que son las lluvias y las nevadas las que le otorgan el atributo de “recurso renovable”, para que ello se cumpla deberá hacerse un uso sostenible, esto es, extraer el agua en una cantidad inferior a su tasa de renovación natural.

En el ciclo del agua juega un rol relevante no sólo la dinámica, sino el almacenamiento (calculado por el período de reposición durante un ciclo completo).⁸ El conocimiento profundo de estas dos características es muy importante para gestionar adecuadamente el recurso hídrico. El almacenamiento incluye el agua dulce con períodos de renovación completa que tardan muchos años o décadas (es el caso de los grandes lagos, acuíferos profundos, glaciares, etc.). Su uso intensivo, inevitablemente, da lugar a un agotamiento con las consecuencias ecológicas que ello conlleva (puesto que su restauración requiere decenas o cientos de años). Por lo tanto, los recursos hídricos renovables son

⁸ Se pueden hallar valores de almacenamiento muy disímiles: el tiempo de recarga completo de las aguas oceánicas se produce durante unos 2.500 años, o el *permafrost* y el hielo polar con cifras de 10.000 años, también las aguas subterráneas y los glaciares de montaña con 1.500 años, el almacenamiento de agua en los lagos durante 17 años y en los ríos 16 días (Shiklomanov, Igor, 1999, *World water resources and their use a joint State Hydrological Institute (SHI)/UNESCO*, St. Petersburg).

fundamentalmente los ríos⁹ (ya que las aguas subterráneas que desaguan directamente en el mar o que son evaporadas presentan volúmenes pequeños, por lo que no son consideradas a la hora de estimar los recursos hídricos renovables a escala mundial), en términos de volumen de agua disponible por unidad de tiempo (por ejemplo km³/año). Desde luego que esa disponibilidad variará en el espacio¹⁰ y en el tiempo.¹¹

Si bien el agua es un recurso natural renovable, es importante comprender que no todos los usos del agua son renovables y sostenibles. Así, existen regiones donde si bien el volumen de agua renovable es alto (caso de la Región Metropolitana de Buenos Aires), la modalidad de gestión del recurso lleva a agotar las reservas debido a la sobreexplotación de los acuíferos.

En ese sentido es que debe entenderse la escasez del agua dulce. A pesar que en términos de volumen a nivel mundial es un recurso mucho menor a la salada, realmente el problema al que nos enfrentamos como humanidad es, por un lado, el peligroso abuso al que estamos sometiéndolo y, por otro, la desigual distribución en términos de variabilidad hidrológica espacial y temporal. En efecto, aproximadamente una tercera parte de la población del planeta vive en países que sufren **estrés hídrico**¹² entre moderado y alto, es decir, donde el consumo de agua es superior al 10% de los recursos renovables de agua dulce con los que cuenta el país.¹³ Así es que si bien la disponibilidad de agua/persona/año irá disminuyendo en función del aumento de la población mundial (pasará de aproximadamente 6.000 m³/persona/año en el año 2010 a 5.000 en el 2025, y para la Argentina pasará de 21.981 a 18.200, respectivamente), y de otros factores como el cambio climático, estas cifras muestran que aún sigue habiendo suficiente agua para el promedio mundial de la población.¹⁴

⁹ Sumado al rol fundamental que desempeñan los ríos en cuanto a la renovación del agua, estos también brindan un servicio ambiental clave, la “recomposición de la calidad”.

¹⁰ Los mayores recursos renovables de agua se concentran en Brasil, Rusia, Canadá, EE.UU., China y la India, donde más del 40% de la escorrentía total anual del río se forman en sus territorios.

¹¹ La media de la temporada de lluvias en toda la tierra dura desde mayo hasta octubre, cuando la escorrentía total mundial del río asciende a cerca de 63% de la anual (Shiklomanov, Igor, *op.cit.*, supra, nota 10).

¹² El umbral de estrés hídrico adoptado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) equivale a una disponibilidad de 1.000 m³/hab.

¹³ De acuerdo a una estimación de las Naciones Unidas, en 2025, 1,8 millones de personas estarán viviendo en regiones con escasez absoluta de agua, y dos de cada tres personas en el mundo podría estar viviendo en condiciones de estrés hídrico.

¹⁴ Herrero, Ana Carolina, *op.cit.*, supra, nota 9.

Ahora bien, la cantidad de agua que las personas utilizan depende no sólo de las necesidades básicas y de cuánta agua se dispone (aunque este factor no es un freno para el consumo), sino también del nivel de desarrollo económico, del grado de urbanización y fundamentalmente de las pautas culturales. Peter Gleick, propuso que las organizaciones internacionales y los proveedores de agua adopten *un requerimiento general básico de 50 litros por persona por día* como estándar mínimo para satisfacer las cuatro necesidades básicas: bebida, saneamiento, aseo y cocina.

Un indicador que da cuenta del volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios, considerando tanto el uso del agua directo como indirecto de un consumidor o productor es la **huella hídrica (*water footprint*)**.¹⁵ Es un indicador geográfico y temporalmente explícito que puede ser calculado para un proceso, producto, consumidor, grupo de consumidores (municipio, provincia, estado o nación) o productor (un organismo público, empresa privada).

Uno de los aspectos más interesantes de la huella hídrica de un país es que se reconocen dos componentes: interno y externo. La **huella hídrica interna** es el volumen utilizado de recursos hídricos del país, mientras que la **huella hídrica externa** corresponde al volumen de agua utilizado en otros países para producir los bienes y servicios importados y consumidos por los habitantes de ese país. Así, el concepto de huella hídrica está estrechamente relacionado con el de **agua virtual**,¹⁶ que es el volumen de agua que se necesita para generar un determinado producto, lo cual vincula este concepto con las exportaciones o salidas e ingresos o importaciones de agua entre países o regiones. El análisis de las importaciones y exportaciones del agua virtual supone un punto de vista novedoso para paliar las situaciones de déficit hídrico, ya que tiene en cuenta el consumo real de agua.¹⁷

El indicador de la huella hídrica, en íntima relación con el del agua virtual, dejan en evidencia la injusticia hídrica presente en muchas de las naciones con-

¹⁵ El concepto de huella hídrica fue desarrollado en el año 2002 por Arjen Hoekstra, experto del Instituto UNESCO-IHE, organismo más importante que trabaja el tema es el *Water Footprint Network*; se dedica a cuantificar el consumo de agua en el mundo, y crear un mecanismo que permita certificar las reducciones en el uso de este recurso.

¹⁶ Concepto introducido por John Anthony Allan a principios de los 90, cuando estudiaba la importación de agua como solución a los problemas de escasez en Medio Oriente.

¹⁷ Las regiones donde la exportación neta de agua virtual es importante son parte de América del Norte, toda América del Sur (siendo Argentina el primero en el ranking), Oceanía y Asia Sudoriental, con un flujo marcado hacia toda Europa, Asia Sudoccidental y África.

sideradas paradójicamente “desarrolladas”. Está claro que el recurso hídrico es multifuncional: a nivel mundial se lo utiliza para actividades agropecuarias en un 70%, para producción industrial en un 19% y con fines de abastecimiento humano en un 11%. Si bien estas cifras difieren entre regiones existe una excepción a la regla general: Europa. En efecto, esta región utiliza más agua dulce para fines industriales y menos para la agricultura (55 y 29%, respectivamente). Este bajo porcentaje de agua empleado en las actividades agrícolas podría atribuirse a la eficiencia en riego y/o tecnologías empleadas para el ahorro de agua en el agro, pero en realidad se explica en términos del agua contenida en los productos agrícolas importados por la región. Aplicando el concepto de agua virtual se deja expuesto cómo regiones con elevado déficit hídrico como Europa,¹⁸ pueden equilibrarlo al no tomar en cuenta la cantidad de agua incluida en los productos que importa desde países con mayor disponibilidad. Como señala Pengue,¹⁹ las mejoras en el uso del recurso agua para un determinado país, pueden ser solo aparentes en tanto presionan sobre los cuerpos de agua superficial y acuíferos de los países exportadores netos de granos, como la Argentina.

Otro aspecto importante con referencia a la disponibilidad, es el impacto que produce la contaminación en la fracción renovable de agua dulce que disminuye sustancialmente la disponibilidad del recurso, a menos que se recurra a técnicas de tratamiento. Si profundizamos el concepto de **contaminación hídrica** es interesante hacer la distinción entre dos enfoques opuestos. Por un lado Craig la define como “la presencia de sustancias anormales o de concentraciones elevadas de sustancias normales en el ambiente”²⁰ y por otro Margalef, quien considera que “es un concepto más bien legal y se refiere a lo que hace que el agua se considere inapropiada para determinado uso. Es que algo se encuentra fuera de lugar y como consecuencia de esto, las propiedades y concentraciones del fluido son diferentes de lo habitual”.²¹

La primera definición plantea la existencia de contaminación hídrica haciendo referencia a la *cantidad* y *calidad* del recurso independientemente de para qué se lo quiera usar, mientras que la segunda toma en consideración este aspecto. Sobre esta base, existirán diferentes estándares de “calidad del agua”

¹⁸ Europa presenta < 500 km³/año. Y sumado a ello es una de las regiones que mayor huella hídrica per cápita/año presenta (1.800-2.500 m³/hab/año).

¹⁹ Pengue, Walter (2006), *Agua virtual, agronegocio sojero y cuestiones económico ambientales futuras*, <www.ecoportal.net> [27/11/06].

²⁰ Craig, James, David Vaughan y Brian Skinner (1996), *Resources of the Earth*, Editorial Prentice Hall, New Jersey.

²¹ Margalef, Ramón (1983), *Limnología*, Omega, Barcelona.

fijados según las normativas que establecen los niveles guía para diferentes usos: consumo humano, actividad recreativa con contacto directo, actividad recreativa pasiva, actividad agropecuaria, protección de la vida acuática, bebida de ganado.

Las aguas naturales, además de las *sustancias minerales* que contienen disueltas procedentes de las rocas con las que estuvieron en su ciclo, llevan en suspensión o en disolución sustancias orgánicas que tienen su origen bien en el lavado de los suelos (formado principalmente por ácidos húmicos por los que pasan), o en el metabolismo de los organismos que viven en ellas (formadas por hidratos de carbono, aminas, amidas, proteínas, lípidos, pigmentos, vitaminas, hormonas, etc.). También dentro de los procesos de contaminación de origen *natural* se encuentra la *salinización* de los acuíferos, que surge por contacto con sedimentos marinos y salinos. Ello sucede porque el agua salada puede migrar hacia el interior de los estratos del acuífero y ser transportada por el flujo del agua subterránea. Otra causa natural de salinización puede ser la disolución de sales evaporitas, comúnmente yesos y sales asociadas, existentes en las formaciones acuíferas. Otros tipos de contaminación natural son las provocadas por *yacimientos metalíferos* (plomo, mercurio, zinc y cobre), los *no metalíferos*, los *radioactivos* y por la incorporación de oligoelementos como flúor y arsénico a partir de *sedimentos de origen volcánico (piroclásticos)*.

Luego, dentro del grupo de contaminación hídrica por *procesos artificiales*, se hallan los que surgen debido a la acción antrópica como consecuencia de la introducción de sustancias extrañas o de calor. Las actividades causantes pueden ser, por ejemplo, aquellas donde es posible identificar el lugar de vertido de los contaminantes (vuelco directo de aguas servidas) o también por el lixiviado de contaminantes proveniente de algún foco de basura que impacta directamente en los acuíferos). Otra fuente de contaminación antrópica se relaciona con las actividades *industriales* (vertido directo de efluentes líquidos industriales a cursos de agua superficial o evacuados en pozos absorbentes; lixiviado de contaminantes proveniente de los desechos sólidos industriales o de las emisiones de gases y partículas a la atmósfera que luego se depositan en el suelo por su propio peso o son arrastrados por la lluvia). Otra de las actividades causantes de contaminación hídrica son las *agrícolas*, aunque lo hacen de manera difusa, es decir que no se puede identificar el lugar exacto de donde provienen los contaminantes debido a que lo hacen desde extensas áreas (los plaguicidas y fertilizantes utilizados para mejorar la productividad de las cosechas, pueden escurrir por el terreno hasta los cursos de agua o infiltrarse hasta alcanzar el acuífero). Asimismo, los desechos provenientes de la cría intensiva de animales,

por ejemplo criaderos de cerdos y de pollos, constituyen una fuente importante de este tipo de contaminación.

También, así como se mencionó que sucede por causas naturales, dentro de los procesos de contaminación antrópica del agua se encuentra la salinización de los acuíferos por sobreexplotación del acuífero, proceso que puede ocurrir tanto en los costeros (debido al ingreso de agua de mar) y en los continentales (por migración de agua salada proveniente de los estratos más profundos).

Los contaminantes aportados por fuentes externas (artificiales) son múltiples. Los que provocan una *contaminación orgánica* son los desechos domésticos, los cloacales, los animales, los que provienen del procesamiento y manufactura de alimentos y bebidas y de las industrias que procesan materiales naturales y detergentes de lavado. El aumento de la concentración de materia orgánica en la aguas trae aparejado una disminución de la concentración de oxígeno disuelto pudiendo resultar en casos extremos estados anóxicos, causando la muerte de la vida acuática.

Luego, dentro de los *nutrientes*, especies inorgánicas que provocan crecimiento y desarrollo de plantas acuáticas, se encuentran el carbono, hierro, azufre, calcio, magnesio, fósforo y nitrógeno, siendo fundamentalmente estos dos últimos los responsables del fenómeno “eutroficación”.²² Las fuentes artificiales de aporte de *fósforo* son el tratamiento de aguas (etapa de fosfatación), los efluentes domésticos (principalmente por detergentes), las industrias de fósforos, abonos y las actividades agrícolas. La contaminación por *nitratos*²³ se ha convertido en una de las causas principales del deterioro del agua subterránea, tanto en los ámbitos urbanos (provistos o no de servicios), como en las áreas rurales y en los emplazamientos industriales. En la actualidad aparece como la contaminación más difundida geográficamente y vinculada a la mayor parte de las actividades humanas. En los centros urbanos carentes de servicios cloacales, los nitratos derivan de la degradación de la materia orgánica, mayoritariamente de origen fecal. Los pozos ciegos o negros, en los que se vierten los desechos fecales, son las fuentes de emisión principales. Para ciudades con servicios cloacales, los nitratos derivan de pérdidas en las redes; los aportes provenientes de los suburbios que carecen o tiene poca cobertura cloacal; de pozos ciegos abandonados y de antiguos repositorios de basura y que luego de

²² Para mayores detalles ver Herrero, Ana Carolina (2005), “Problemáticas ambientales urbanas”, en *Ecología de la ciudad*, Editorial Prometeo-UNGS. Sin la intervención del ser humano, la eutroficación es parte del proceso denominado *sucesión acuática*.

²³ La enfermedad por ingesta de nitratos en lactantes se conoce con el nombre de Metahemoglobinemia o más comúnmente como Enfermedad del bebé azul.

desactivados fueron reemplazados como terrenos para viviendas o parqueizados. También generan altos aportes las industrias que producen alimentos, faenados, embutido de carnes y el procesamiento y la fabricación de productos lácteos.

Todas estas actividades originan desechos con una alta proporción de materia orgánica, que si son adecuadamente tratados y dispuestos dan lugar a la formación de nitratos. En las áreas rurales, los nitratos derivan de fertilizantes a base de abonos, sulfato de amonio o urea la bosta y orín de los corrales y los tambos.

Otro tipo de contaminación es la *térmica*. La temperatura es de tal importancia en los procesos químicos y biológicos, que el efecto de las alteraciones en las comunidades acuáticas es potencialmente amplio, aunque es más drástico aún cuanto más frías son las aguas receptoras. Las fuentes generadoras son los efluentes provenientes de ciertas industrias, en particular la de generación energética, que puede provocar un aumento de temperatura de entre 10-15°C, que puede mantenerse por kilómetros aguas abajo del punto de vuelco. Este tipo de contaminación puede afectar al ambiente químico de muchas maneras, destacándose como las más importantes una estimulación en la descomposición por microorganismos con la consecuente disminución de la solubilidad de la concentración de oxígeno, que varía de forma inversamente proporcional con la temperatura (ver **Cuadro 9.3**).

Cuadro 9.3. Relación entre la temperatura y el OD

Temperatura (°C)	O.D. (mg/L)
5	12.8
20	9.1
30	7.5

La *contaminación microbiológica* está relacionada con el suministro de agua y con los servicios de eliminación de excretas. Para determinar si el agua contiene contaminación fecal se utilizan organismos indicadores, como por ejemplo bacterias.²⁴ Estas deben responder a determinados criterios: estar

²⁴ Las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecen que el abastecimiento de agua debe ser considerado como no satisfactorio si se detectan bacterias indicadoras de coliformes fecales en cualquier muestra de 100 ml. *E. coli* abunda en las heces de origen humano y animal, alcanzando en la materia fecal más reciente concentraciones de 10⁹ por gramo; se las encuentra en las aguas residuales, en efluentes tratados y en todas las aguas y suelos naturales que han sufrido una contaminación de este origen.

universalmente presentes en gran número en las heces de los seres humanos y en los animales de sangre caliente, ser fáciles de detectar por métodos sencillos y no desarrollarse en el agua en condiciones naturales. Las bacterias que cumplen con estos requisitos son, entre otras, las *Escherichia coli*, que brindan una evidencia de contaminación fecal.

La contaminación por *metales pesados* proviene principalmente de los procesos industriales y en menor medida de los domiciliarios, aunque pueden tener causas naturales (yacimientos metalíferos). Los más comunes son el cadmio, manganeso, plomo, cobre, cromo, níquel y zinc. La característica más sobresaliente de este tipo de compuestos es su alta toxicidad en muy bajas concentraciones, por lo cual las normas legales les asignan límites más estrictos que el resto de los parámetros, inclusive que los plaguicidas. Los metales pesados forman un grupo de compuestos poco solubles, por lo que generalmente no se presentan como iones libres, sino formando complejos aniónicos asociados a compuestos orgánicos de baja movilidad.

Los responsables de la contaminación por *plaguicidas* son los insecticidas, los herbicidas y los fungicidas. Los *insecticidas* pueden agruparse en organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides (ver **Cuadro 9.4**).

Cuadro 9.4. Características de los insecticidas

<i>Insecticida</i>	<i>Persistencia*</i>	Solubilidad	Movilidad	Toxicidad	Productos comerciales
Organoclorados	Muy alta (años)	Muy baja	Muy baja	Alta	DDT, Aldrín, Dieldrín.
Organofosforados	Alta (semanas/meses)	Baja	Muy alta	Muy alta	Malatión, Paratión, Fentión.
Carbamatos	Alta (semanas/meses)	Baja	Baja	Media	Carbaryl, Carbofurán Sedín.
Piretroides	Baja	Baja	Baja	Baja	Paralettrina, Cipermetrina.

Fuente: Elaboración propia.

*Persistencia: se refiere a la vida media o persistencia ambiental, es decir la permanencia en el suelo.

Los organoclorados, al presentar mayor persistencia, hacen que por mucho tiempo se los encuentre en sedimentos, nieve, etc. Están compuestos por moléculas grandes, por lo que se fijan con facilidad en el suelo, especialmente en partículas arcillosas, por lo cual poseen muy baja movilidad. Mientras que los organofosforados presentan una toxicidad muy elevada, en el otro extremo se encuentran los piretroides con una toxicidad baja, pues son fácilmente eliminados por los vertebrados. Los herbicidas son utilizados más comúnmente para el control de malezas. Los fungicidas, empleados para combatir los hongos, están compuestos por productos inorgánicos, como sales de mercurio y azufre y por productos orgánicos.

Respecto a los *Hidrocarburos* (HC), es muy frecuente encontrar en áreas urbanas contaminación por este tipo de compuestos en suelo y agua subterránea por pérdidas de los Sistemas de Almacenamiento Subterráneos (SASH) de combustibles líquidos, generalmente pertenecientes a Estaciones de Servicio (EESS). Dado que estos SASH están soterrados y que las pérdidas pueden ser indetectables por sistemas de balance de masas, muchas veces la presencia de HC en el subsuelo no es descubierta sino hasta que alguna manifestación organoléptica la hace evidente.

Uno de los combustibles líquidos más comunes es la nafta, constituida por una mezcla de hidrocarburos y aditivos cuya composición varía mucho en función del petróleo crudo utilizado y el sistema de refinación. Desde el punto de vista de la afectación al ambiente, la composición original es importante, en la medida en que cuando el producto “nafta” se pone en contacto con el subsuelo comienza comportarse en función de las características físicas y químicas de las diversas familias de sus compuestos originales: así, por ejemplo, la fracción de alcanos, alquenos y aromáticos de cadena corta tenderán a volatizarse en la atmósfera, los compuestos aromáticos tenderán a solubilizarse en el agua, mientras que los compuestos de mayor peso molecular pueden quedar sorbidos por las partículas de suelo. De la composición original del producto y de las características de la pérdida, surgen los estados en los que puede hallarse la nafta en el subsuelo: fase líquida móvil, adsorbida a las partículas de suelo, disuelta en agua y como fase vapor. Cada uno de estos estados implica, a su vez, formas de transporte y migración distintivas. Por ejemplo, si la pérdida es lo importante en términos de masa, inicialmente el estado fase líquida móvil tendrá preponderancia frente a las demás, dominada por la fuerza de la gravedad y fenómenos de capilaridad, saturando de producto el espacio poral del suelo, en proporciones que dependen también de las características litológicas

del área. Si esta fase alcanza el agua subterránea, la fracción soluble tenderá a disolverse y transportarse en ella y en determinadas circunstancias, formar lo que se denomina una Fase Líquida Liviana No Acuosa (FLLNA), que tenderá a migrar en la misma dirección que lo hace el agua subterránea, aunque a una velocidad mucho menor a los compuestos disueltos. Que estos estados y sistemas de transporte tengan preponderancia sobre los otros no implica que los demás no ocurran (las fracciones de alta presión de vapor tenderán a volatizarse al espacio poral del suelo ocupado por aire y, de allí, a la atmósfera desde el mismo momento que la “nafta” se haya puesto en contacto con el subsuelo) o que se mantengan inalterables en el tiempo. De hecho, si se espera una cantidad de tiempo suficiente, no quedará nada en el subsuelo que indique la existencia de la contaminación por pérdida de nafta porque, para este producto de refinación, hasta las fracciones más pesadas adsorbidas al suelo desaparecerán eventualmente, afectadas por fenómenos físicos y de biodegradación. Esto, por supuesto, no es sinónimo de inocuidad: uno de los componentes típicos de la nafta es el Benceno, un compuesto químico que se ha probado que resulta cancerígeno en humanos. Muy volátil y soluble en agua, el Benceno puede contaminar el agua de bebida o ser inhalado en espacios abiertos y/o cerrados, afectando la salud de los receptores potenciales que, dado el carácter urbano de las EESS, muchas veces residen en viviendas linderas.

Frente a procesos de contaminación, una de las ventajas del agua subterránea en comparación con el agua superficial, es que el camino de los contaminantes hasta alcanzar el acuífero ofrece mayores posibilidades de fenómenos de interacción que los diluyen y retrasan, sobre todo cuando existe franja edáfica. El suelo juega un papel fundamental en la retención de compuestos, frenando y/o evitando el pasaje hacia las capas más profundas, convirtiéndose entonces en un filtro natural. En su movimiento por el terreno, desde el momento de la infiltración, los contaminantes sufren una serie de procesos: físicos (difusión, dispersión, filtración), químicos (complejización, quelatación, adsorción precipitación, coprecipitación, quimiosorción, reacciones redox), y biológicos (síntesis celular, degradación aerobia y anaerobia e inactivación de virus y muerte de bacterias). Por lo tanto, la eliminación de parte del suelo o su alteración es una importante pérdida de protección.

Así, las metodologías de estudio de la **vulnerabilidad de los acuíferos** surge ante la preocupación mundial de proteger los recursos hídricos subterráneos; es “un concepto cualitativo, de tendencia cuantitativa de acuerdo a la nueva corriente científica, que representa el estado de debilidad del acuífero frente a

sustancias contaminantes (de origen natural o antrópicas), que dependerá tanto de las propiedades intrínsecas de ambos, como así también de su interacción”.²⁵ En tal sentido, en algunos países se han desarrollado programas de protección de las aguas subterráneas basados en el establecimiento del Perímetro de Protección de Pozos (PPP), por el cual se establece un área en torno a una captación de aguas subterráneas, donde se restringen o prohíben las actividades o instalaciones capaces de introducir contaminación. Estos PPP se determinan a partir de la distancia a la fuente, del comportamiento hidráulico del acuífero y de la zona de contribución hidráulica de la captación.²⁶

Otro fenómeno que se vincula con el agua subterránea es la **sobreexplotación de los acuíferos**, situación que se verifica cuando el ritmo de extracción es superior al de su recarga, lo cual se produce cuando se realiza un bombeo excesivo y continuo por tiempo prolongado. Sus consecuencias más importantes son: modificación de la dinámica natural del recurso hídrico subterráneo y del ciclo hidrológico, incremento de la filtración vertical cuyo flujo descendente facilita el ingreso de contaminantes presentes en el acuífero libre, contaminación directa inducida (salinización por la migración de agua salada proveniente de los estratos más profundos) y disminución de la disponibilidad de agua para otros usuarios.

Por último, los contaminantes presentes en el agua, además de poder convertirla en inapropiada para su reutilización, tienen efectos directos sobre la salud humana y la vida acuática, pudiendo también afectar en forma directa a la economía a partir de la degradación del recurso. De esta manera es importante entender cómo funciona el ciclo del agua y las medidas necesarias a tomar para proteger el recurso hídrico. Su aprovechamiento y gestión sustentable trascienden el plano de lo meramente técnico, es ya un problema político, social, económico y cultural. En efecto, se trata de garantizar el acceso del agua a todos, oportunamente, en la cantidad y calidad necesaria para garantizar la vida.²⁷

²⁵ Herrero, Ana Carolina (2006), *Desarrollo metodológico para el análisis del riesgo hídrico poblacional humano en cuencas perirurbanas. Caso de estudio: Arroyo Las Catonas, Región Metropolitana de Buenos Aires*, Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, (2 t.) 1^{er} t., pp. 1-170, Buenos Aires, mimeo.

²⁶ Cfr. Hirata, Ricardo y Aldo Rebouças (1999), *La protección de los recursos hídricos subterráneos: una visión integrada, basada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos*, Geol. Mineiro, n° 110 (4), Lima, Perú, pp. 423-436.

²⁷ Cfr. Fernández Cirelli, Alicia (1998), *Problemática Regional: Enfoques y perspectivas en el aprovechamiento de recursos hídricos*, EUDEBA, Buenos Aires..

Otro aspecto a considerar, sumado a la contaminación y a la distribución es la “accesibilidad” que se tiene del recurso, puesto que no solo la disponibilidad garantiza “tener” agua, como lo saben quienes no pueden acceder a las instalaciones y equipos necesarios para disponer de agua subterránea, por ejemplo. Afortunadamente (?), la accesibilidad es netamente una decisión de gestión del ser humano, por lo que se descartaría como un problema imposible de solucionar... Y cuando se habla de acceso al **agua para consumo humano** es importante reconocer que incondicionalmente debe ir de la mano del acceso al **saneamiento**. La dotación de ambos servicios disminuiría, hasta anular, la muerte de 1.8 millones de niños por año a nivel mundial.

En décadas recientes, todas las naciones subdesarrolladas han experimentado un rápido crecimiento en sus poblaciones urbanas sin la correspondiente expansión en la provisión de infraestructura de saneamiento. El resultado es que en todo centro urbano (desde las grandes ciudades y áreas metropolitanas hasta los centros regionales y los pequeños pueblos rurales), una gran proporción vive en lugares con muy poca o ninguna cobertura de red de agua y cloacas. Sumado a ello, en muchas áreas urbanas se producen procesos de sequías e inundaciones en diferentes estaciones, vinculados a desajustes o problemas entre la expansión urbana y el sistema de desagües. Estos sistemas constituyen una parte esencial de la infraestructura urbana, ya que gran parte de los problemas de saneamiento de una ciudad provienen de problemas de diseño o falta de mantenimiento de estos.

En cuanto al *abastecimiento de agua*, en el mejor de los casos podemos encontrarnos con la existencia de una cobertura de red de agua (cuyo suministro de agua potable debería garantizar una calidad biofísicoquímica óptimas para el consumo, aunque la realidad demuestra que muchas veces esto no ocurre). Las fuentes de captación suelen ser a partir de aguas dulces superficiales²⁸ o subterráneas. Para este último caso la captación se realiza por medio de pozos profundos, cuya explotación debería considerar los efectos inducidos al resto del sistema hídrico, como afecciones al caudal base de los ríos, a otros usuarios del recurso, generación de intrusión salina en acuíferos que están en contacto con aguas saladas, impacto ecológico sobre zonas húmedas de descarga natural

²⁸ Salvo en algunos países como Arabia Saudita, Israel y otros del Oriente Medio, donde el abastecimiento es a partir de aguas superficiales saladas, las obras de captación son a partir de agua dulce. Ello se debe a que, si bien los océanos constituyen fuentes inagotables de este recurso, la desalinización del agua de mar es extremadamente costosa. Las técnicas empleadas para separar las sales son la microfiltración (ósmosis inversa) y la destilación.

de los acuíferos (los cuales constituyen el soporte de especies singulares de flora y fauna, así como de valores paisajísticos), entre otros.

También el abastecimiento de agua de red puede realizarse mediante la utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas. Las situaciones más comunes donde este uso en conjunto resulta útil y beneficioso es cuando la demanda se surte de aguas superficiales y solo en casos de sequía prolongada se apela al acuífero o cuando es necesario mejorar la calidad del agua disponible cuando una de ellas es inadecuada para un determinado uso.

En el caso de que no exista una cobertura de red de agua, el *abastecimiento*, ahora *individual*, también puede realizarse a partir del agua superficial y/o subterránea. Para el primer caso, hay que recordar que están expuestas a todo tipo de agresión contaminante, pues son empleadas como medio para diluir y dispersar residuos de diferentes orígenes, por lo que no existen, prácticamente, cursos urbanos superficiales con agua apta para el consumo humano. Si la captación se realiza a partir del agua subterránea, la perforación debe ser lo más profunda posible, sellada correctamente y lejos de focos de contaminantes (como tanques sépticos, pozos absorbentes o lechos de infiltración.).

Respecto a los *desechos cloacales*, la importancia de su tratamiento radica en que de esta manera se evita la descarga directa de los desechos líquidos a cursos de agua superficial y/o la descomposición de la materia orgánica en el suelo, con posterior percolación hacia el acuífero (en caso de poseer un pozo ciego mal instalado). Para evitar los efectos negativos en el cuerpo de agua receptor cuando se lo utiliza como punto de descarga, es imprescindible que las excretas sean conducidas a una planta para realizarles los tratamientos pertinentes: preliminar (mediante rejillas y desarenadores), primario (proceso de decantación, alcanzando una reducción de hasta el 60% en los sólidos suspendidos), secundario (acción bacteriana), y de barros (eliminación de agua y transformación de sólidos orgánicos o putrescibles en materia más estable).

Un sistema pluvial inadecuado en zonas urbanas, porque no cuenta con la cantidad o con la capacidad requerida de cañerías y drenajes, trae aparejado el problema de las *inundaciones*, originadas inicialmente por desbordes de los cauces de ríos, canales y arroyos. La construcción urbana impermeabiliza el suelo, impidiendo la infiltración directa del agua de lluvia. Otro efecto es la disminución de la evapotranspiración por parte de la vegetación, que surge como consecuencia del reemplazo de la cobertura vegetal por un material impermeable. Esta reducción de la infiltración provoca el incremento de la escorrentía superficial, tanto en caudal como en velocidad. De esta manera, lo que sucede

es un retardo en los tiempos de eliminación de excedentes pluviales. A su vez, la conexión de nuevos desarrollos urbanos a la red de desagües existente puede conducir fácilmente a la sobrecarga del sistema.

Sumadas a estas causas, las inadecuadas prácticas de la agricultura, la deforestación y la minería reducen la cobertura de protección del suelo, desencadenando los procesos de erosión y escorrentía, que resultan a su vez, en procesos de sedimentación de ríos y arroyos, aumentando por consiguiente la ocurrencia de las inundaciones.

¿Uso eficiente del agua o simplemente uso del agua?

Respecto al consumo de agua, muchos países apuestan fuertemente, en la actualidad a la “eficiencia del agua”, esto es cambiar la manera tradicional de afrontar el incremento de la demanda de recursos y emprender acciones que permitan generar cambios en el comportamiento del uso con el objetivo de aumentar la eficiencia. En este sentido algunas de las acciones planteadas están orientadas, tal como se verá en la sección de residuos, a la implementación de las **3R**, esto es a la “Reducción” de agua empleada, al “Reuso” del recurso (por ejemplo, emplear el agua consumida en lavado para usos que no requieran buena calidad) y al “Reciclado” del agua (a través de algún tratamiento que asegure la calidad que se necesita).

Para encarar el uso eficiente del agua se requiere desarrollar una estrategia que incluya trabajo progresivo en divulgación de información, desarrollo conceptual e investigación a diferentes niveles; además, se requiere trabajo en equipo entre organizaciones prestadoras de servicios, usuarios, instituciones de investigación y desarrollo, entes financiadores y ONG.

No obstante existen otras posturas, tal como las de Peter Gleick y otros especialistas (Gleick, 2002, 2003; Wolff and Gleick, 2002; Brooks, 2005),²⁹ quienes acuñaron el concepto de **“soft path for water” (sendas blandas para el agua)**, que trasciende el concepto de eficiencia en el uso del agua. En efecto, estos autores no solo se preguntan cómo usar el agua más efi-

²⁹ Peter Gleick (2002), *Soft water paths*, Nature 418:373, Washington D.C. y (2003), *Global freshwater resources: Soft-path solutions for the 21st century*, Science 302 (28): 1524-1528; Gary Wolff y Peter Gleick, (2002), *The soft path for water*, in: The World's Water 2002–2003; David Brooks (2005), *Beyond greater efficiency: the concept of water soft paths*, Canadian Water Resources Journal 30 (1):1-10.

cientemente, sino que cuestionan por qué usar agua en primer lugar.³⁰ A diferencia de los enfoques económicos convencionales, el análisis de “políticas de senda blanda” cuestiona los patrones de uso del agua.³¹ La idea clave detrás de este concepto es que la gente no quiere “usar” el agua, sino que quiere beber, bañarse, producir bienes y servicios, producir alimentos; en suma, quiere satisfacer sus necesidades humanas de forma completa y satisfactoria. Ello se puede lograr como se viene haciendo hasta ahora, o bien se puede hacer de una manera más integrada, sostenible y eficaz, sobre la base de tres principios básicos:

1. resolver los desequilibrios entre la oferta y la demanda de recursos naturales desde el lado de la demanda, en la mayor medida de los posible, y pensar en formas innovadoras para satisfacer las necesidades humanas de agua;
2. conservar el agua, tanto en calidad como en cantidad (el agua de mejor calidad se puede usar para muchos propósitos, mientras que el agua de baja calidad sólo sirve para algunos pocos usos pero, afortunadamente sólo necesitamos pocas cantidades de agua potable (de alta calidad) y cantidades enormes de agua de baja calidad para otros usos (riego);
3. invertir las prácticas convencionales de planificación. En lugar de tomar el presente como punto de partida y proyectar hacia el futuro, se deben definir metas para un futuro específico como punto de partida, y desde allí trabajar hacia atrás en la búsqueda de modalidades viables y convenientes (“sendas blandas”) para lograr esas metas.

Estos principios consideran infraestructuras descentralizadas y requieren la participación pública en las decisiones sobre el agua.

Desde esta perspectiva pareciera entonces que tendríamos que comenzar a hablar de **4R** sumando a las anteriores el mensaje de “Rechazar” el consumo de agua que no se necesite a través de un cambio de pautas culturales.

³⁰ Por ejemplo, no se trata solo de pensar en inodoros que usen menos agua, sino preguntarse y cuestionar la idea misma de que el agua sea necesaria en los inodoros; en esa línea, superar la idea de mejorar la eficiencia en el riego, y pensar, en cambio, cómo cultivar alimentos a partir de técnicas basadas en la lluvia, o solamente con riego complementario.

³¹ ¿Tiene acaso sentido regar el pasto en los jardines o lavar los automóviles? En caso afirmativo, ¿se necesita acaso agua potable para esos usos? ¿Tiene sentido que los países de las regiones áridas utilicen el grueso de sus recursos hídricos para cultivar alimentos? De ser así, ¿es acaso sensato sembrar cultivos para la exportación, que es una manera indirecta de exportar agua escasa?

9.3. Problemas ambientales urbanos asociados con los residuos sólidos urbanos

El sostenido crecimiento de la población, sumado a las pautas culturales de consumo y los procesos de urbanización e industrialización, derivan en un importante incremento de generación de residuos y diferencias sustanciales en su composición (plástico, papel, metales y materiales peligrosos, entre otros), de manera que demandan procedimientos de tratamiento y disposición específicos. La falta de estos procedimientos produce acumulación de residuos que se convierten en una amenaza para la salud de los ciudadanos y ecosistemas. La relación que existe entre la falta de gestión de residuos sólidos y las enfermedades contraídas, ha sido detectada a lo largo de la historia, por ejemplo, la reproducción de ratas con sus pulgas que originó la plaga bubónica “Muerte Negra” que mató a la mitad de los europeos en el siglo XIV. Pero fue recién en el siglo XIX cuando las medidas de control de la salud pública comenzaron a ser de interés para los funcionarios responsables de implementar la recolección y disposición de los residuos.

Tal como se mencionó en el apartado anterior, el enfoque de metabolismo social también se aplica al estudio de los problemas ambientales asociados con los RESIDUOS SÓLIDOS, que se vinculan fundamentalmente con las SALIDAS de ese análisis. No obstante, como veremos a lo largo del capítulo, recobra vital importancia en su gestión tanto las características de su generación como el aprovechamiento y tratamiento que se realice, dependiendo de la naturaleza del residuo, aspectos que incidirán en las salidas del sistema.

El término ***Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*** incluye todos los desechos de la actividad familiar como resultado de la preparación de alimentos, desgaste de útiles, muebles, indumentaria, etc.; también, los generados por locales comerciales, como materiales provenientes de embalaje, envases (cartones, metales, maderas, vidrios, sogas, plásticos, entre otros); los desperdicios de restaurantes, comidas rápidas, los asimilables a domiciliario que generan las industrias, y los provenientes del servicio de barrido y limpieza de calles y mantenimiento de espacios verdes y jardines.

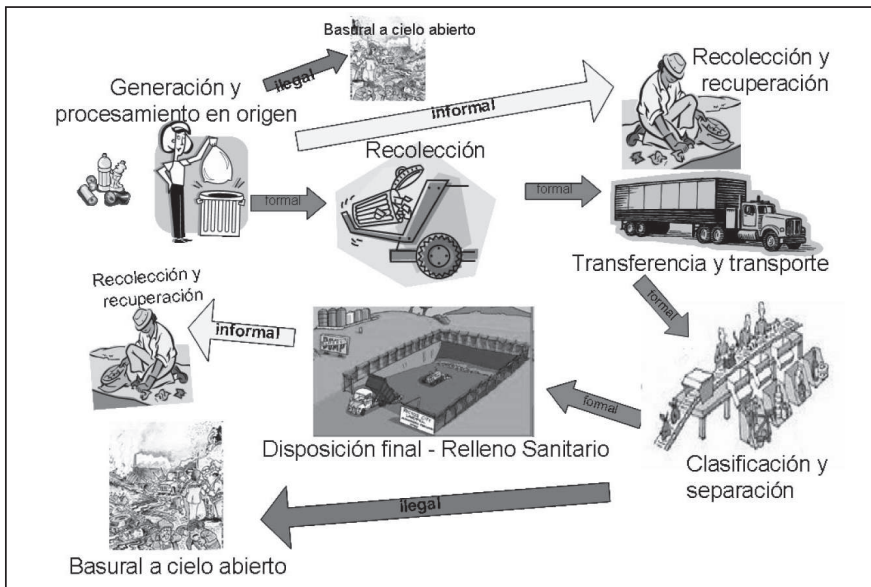
Para desarrollar y diseñar un sistema de gestión integrada de RSU, es imprescindible tener conocimientos acerca de sus *propiedades*³² físicas (peso específico, contenido de humedad, tamaño de partícula y distribución del

³² Para mayores detalles, ver Tchobanoglous, George (1994), *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, vol. I, Mac Graw Hill, Washington D.C. p. 81.

tamaño, cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo, permeabilidad de los residuos compactados), composición química (para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación) y sus propiedades biológicas, en el caso que los residuos sean empleados para la elaboración de otros productos de conversión biológica (compost, metano y etanol). También se deberá considerar la producción de olores y la reproducción de vectores como moscas y mosquitos.

Los *tratamientos de los RSU* requieren de una significativa organización, así como de un conocimiento adecuado acerca de las distintas maneras de tratamiento. Los *tratamientos colectivos* de RSU incluyen a todos aquellos métodos que comprenden la generación y almacenamiento de los residuos en la vivienda, su recolección y transporte hacia su destino final. Estas etapas conforman el circuito formal de la gestión de los RSU, aunque también una buena parte de los residuos transita el camino de recuperación informal y otro tanto de disposición ilegal (ver **Figura 9.3**).

Figura 9.3. Circuitos de los RSU



Fuente: Herrero Ana Carolina y otros, 2010.

Nota: en la figura se presenta como tratamiento de residuos al relleno sanitario, aunque, como se verá más adelante, también puede producirse por medio de otros métodos.

La recuperación informal tiene como protagonistas a los “recuperadores urbanos”, quienes en algunas ciudades ya son reconocidos “legalmente” dentro del sistema de gestión de sus residuos.³³ Luego de ser recuperados los residuos en la vía pública o puerta a puerta, los materiales son clasificados y vendidos a acopiadores, que a su vez los preparan y venden a la industria como insumos para la producción.

Finalmente, el circuito de disposición ilegal en basurales clandestinos es consecuencia de diferentes situaciones, como deficiencias en el servicio de recolección y la desviación de residuos que deben disponerse en los Centros de Disposición Final.

Dentro de las técnicas empleadas para el destino final de los RSU, podemos mencionar:

Incineración. Este método solo se justifica en casos particulares para eliminar desechos de gran peligrosidad, como los que se originan en sanatorios, hospitales y laboratorios, debido a que si no funciona correctamente o no es controlado de modo adecuado, contribuye a agravar la contaminación atmosférica por emanación de gases y partículas.

Es imprescindible que los gases que se originan en este proceso sean retenidos, pues contienen metales pesados, ácidos y sustancias cancerígenas. Por lo tanto, las principales cuestiones asociadas con el uso de incineradoras para la transformación de RSU están relacionadas fundamentalmente con cinco aspectos: la localización, las emisiones gaseosas, la evacuación de residuos, las emisiones líquidas y los elevados costos económicos de la construcción y operación de las plantas incineradoras. En cuanto a las ventajas, reduce el volumen de los residuos hasta en un 80% y no requiere grandes extensiones de tierra, por lo tanto resulta muy conveniente cuando son escasos los terrenos a rellenar y permite aprovechar la energía calórica para producir energía eléctrica y vapor de agua.

Aprovechamiento energético. Este método se ha intensificado en los últimos tiempos. Las transformaciones químicas más comunes son:

- Combustión (oxidación química):

Materia orgánica + Oxígeno en exceso $\text{N}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{cenizas} + \text{calor}$

³³ Por ejemplo, la Ciudad de Buenos Aires, a través de la Ley 992 del año 2002, incorporó a los “cartoneros” como Recuperadores Urbanos al sistema de gestión de residuos.

En la ecuación general de esta reacción exotérmica,³⁴ los productos finales derivados incluyen gases calientes de combustión, aunque también estarán presentes, dependiendo de la naturaleza de los materiales residuales, pequeñas cantidades de amoníaco (NH_3), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y otros gases.

- **Pirólisis³⁵** (Destilación destructiva): mediante este proceso se rompen las sustancias orgánicas en fracciones gaseosas, líquidas y sólidas. Esto es posible debido a que las mismas son muy inestables térmicamente. La diferencia fundamental con la combustión es que esta reacción es endotérmica.³⁶ Los productos gaseosos que pueden obtenerse de este proceso son hidrógeno (H_2), metano (CH_4), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) y diversos gases, según sea la naturaleza del material orgánico que se piroliza. Los productos sólidos que se obtienen son la carbonilla (carbono casi puro) y otros materiales inertes que entraron en el proceso.
- **Gasificación:** implica la combustión parcial de un combustible carbonoso para originar un gas combustible rico en monóxido de carbono, hidrógeno y algunos hidrocarburos saturados, principalmente metano.

Transformación biológica. Esta técnica consiste en la transformación de los residuos mediante dos tipos de métodos: el aeróbico y anaeróbico.

El método aeróbico se basa en la transformación biológica de los residuos orgánicos, por parte de bacterias, hongos y levaduras, obteniendo como resultado el denominado “compost”, que posee características muy similares al humus.³⁷ Por medio del compost se transforman materiales orgánicos biodegradables en un material biológicamente estable. En el proceso se reduce el volumen original de residuos y se destruyen agentes patógenos, huevos de insectos y otros organismos que puedan estar presentes en los RSU. Sumado a ello retiene un contenido nutricional de nitrógeno, fósforo y potasio y elabora un producto que se emplea para el crecimiento de plantas y como enmienda

³⁴ Libera calor.

³⁵ Pirólisis: proceso de destilación del material orgánico. Se exponen al calor los desechos en ausencia de oxígeno.

³⁶ Absorbe calor en lugar de desprenderlo.

³⁷ Humus: materia orgánica de color oscuro presente en el suelo, y que resulta de la descomposición de restos animales y vegetales.

de suelo.³⁸ Para llevar adelante este proceso es imprescindible la etapa previa de preprocesamiento de los RSU, que consiste en la recepción, separación de materiales recuperables, reducción en tamaño y ajuste de las propiedades de los residuos. Luego se avanza con la etapa misma de la descomposición de la fracción orgánica de los RSU mediante dos métodos, el agitado o compostaje en hilera (se mueve periódicamente el material que se va a fermentar introduciendo así oxígeno, controlando la temperatura y mezclando los compuestos con el fin de obtener un producto más uniforme) y el estático o también llamado en pilas estáticas aireadas (el material que se va a fermentar permanece inmóvil y el aire es inyectado a través del material, fermentándose).

Con respecto al método anaeróbico, en este se convierte biológicamente la porción biodegradable de la fracción orgánica de los RSU, en ausencia de oxígeno. Los residuos son depositados en celdas de hormigón donde se realiza la fermentación. Los principales productos finales son el dióxido de carbono y el metano; ambos constituyen más del 99% del gas total producido y en menor medida se obtienen amoníaco, sulfuro de hidrógeno y materia orgánica resistente (lodos digeridos).

Relleno sanitario. Constituye quizás el destino final de los residuos sólidos más empleado, requiriendo la aplicación adecuada de aspectos de ingeniería sanitaria, a fin de evitar algún tipo de contaminación (ver **Figura 9.4.**). Todas las fases de implementación deben ser estudiadas y planificadas adecuadamente, siendo la selección del terreno para su ejecución una de las etapas más importantes que preceden a la elaboración del proyecto. Determinar si el área puede ser utilizada con el fin de disponer los residuos con esta tecnología, requiere hacer un análisis que contemple aspectos tales como emplazamiento (ubicación, accesos, duración del relleno); estudios previos (legislativos, datos estadísticos de generación de residuos que tratará, datos climáticos, estudios hidráulicos, hidrogeológicos, topográficos, etc.); diseño y construcción (módulos, celdas, control y extracción del lixiviado,³⁹ impermeabilización); metodología operativa (distribución y compactación, cobertura, manejo de gases); control ambiental (antes, durante y post-cierre) e integración del relleno al paisaje.

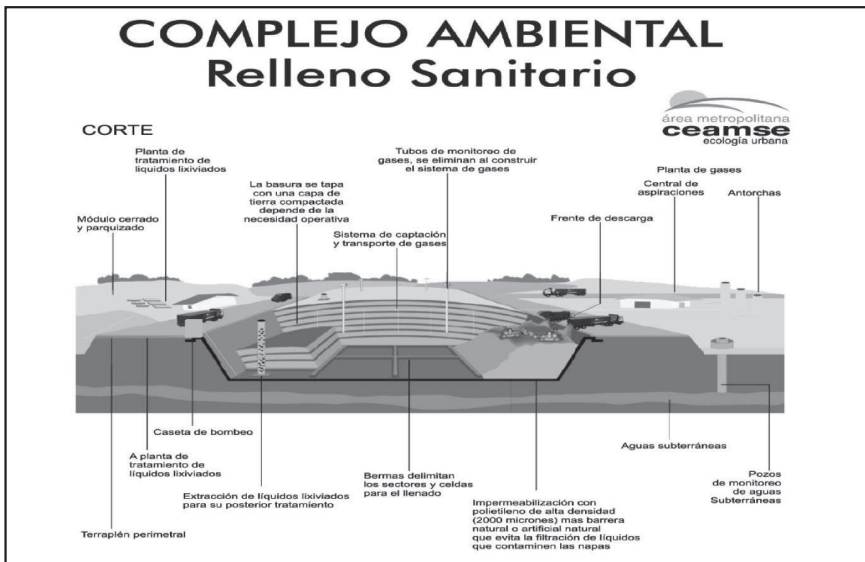
De manera sintética, el tratamiento de RSU a través de un relleno sanitario consiste en depositar sobre el suelo los desechos sólidos, que se esparcen y compac-

³⁸ Cfr. Gotaas, Harold (1956), *Compositing; sanitary disposal and reclamation of organic wastes*, World Health Organization, Geneva.

³⁹ Lixiviado: líquido producido cuando el agua se percola a través de cualquier material permeable, Asociado a relleno sanitario, se origina como resultado de las lluvias, percolando a través de los desechos sólidos, y reaccionando con los productos de descomposición, químicos, y otros compuestos.

tan hasta reducirlos al menor volumen posible; luego se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente al terminar el día. Por lo tanto, es importante: controlar que no se recepcionen desechos industriales, peligrosos y patogénicos; el recubrimiento del relleno para sellar el fondo y las superficies laterales,⁴⁰ una buena compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra; cubrimiento diario de la basura con una capa de tierra o material similar; controlar los líquidos lixiviados⁴¹ y los gases que produce el relleno; proteger las napas subterráneas, evitar por medio de canales y drenajes que el agua de lluvia ingrese al relleno sanitario, evitar el desarrollo de vectores de enfermedades (moscas, mosquitos, roedores), y una supervisión constante del proceso, tanto por parte de los administradores como de las organizaciones comunales.

Figura 9.4. Relleno sanitario



Fuente: CEAMSE, 2011.

⁴⁰ Generalmente, se usan capas de arcilla compactadas y/o geomembranas diseñadas para prevenir la migración del lixiviado y del gas vertedero (mezcla de gases, formado principalmente por metano y dióxido de carbono, productos principales de la descomposición anaerobia de la fracción orgánica biodegradable de los RSU; otros componentes son nitrógeno y oxígeno atmosféricos, amoníaco y compuestos orgánicos en cantidades traza).

⁴¹ Si el relleno sanitario no tiene sistema de recogida de lixiviados, estos pueden alcanzar las aguas subterráneas.

La disposición final de RSU a través de rellenos sanitarios, está alcanzando en muchas ciudades una fase crítica; por un lado por la “colmatación” de los rellenos sanitarios y por otro, por la presión social para expulsar estos centros de tratamiento final fuera del área urbana. La reacción social manifestada por los ciudadanos organizados para enfrentarse a los riesgos que supone la instalación en su entorno inmediato de ciertas actividades o instalaciones que son percibidas como peligrosas fue denominada hace ya algunos años, con las siglas NIMBY, del inglés *Not In My Back Yard*, que se traduce al castellano como *no en mi patio trasero* o *no en mi jardín*.

Con vistas a responsabilizarnos no sólo de la generación de nuestros propios residuos, sino también a desarrollar hábitos orientados a un “consumo responsable”, se ha popularizado la propuesta de las **3R** que hace referencia a estrategias para el manejo de residuos dando prioridad a acciones orientadas a la reducción del volumen de los residuos generados desde cada hogar. Las erres se corresponden con: “Reducir” orientado a usar lo justo y necesario de lo que se necesita; “Reutilizar” objetos para darles una segunda vida útil reparándolos para un mismo uso o con imaginación para un uso diferente, o regalarlos o donarlos para que otras personas puedan darle uso y “Reciclar”, vinculado con separar en origen los residuos que permitan su posterior reciclado y así recuperar parte de la materia prima utilizada. Tal como se mencionó con el recurso hídrico, se puede incorporar una cuarta R que de cuenta de “Rechazar” lo que no se necesite, de esta manera no habrá siquiera generación de residuos.

Respecto a la *separación en origen*, esta acción permite tanto la reutilización de ciertos residuos como también el reciclado de materiales. En la **Figura 9.5** se mencionan los tipos de residuos que pueden ser separados en nuestros hogares, describiendo la forma de cómo debe hacerse la separación.

Figura 9.5. Separación de RSU

UDLAP.						RECICLAR ES FÁCIL, SÓLO TIENES QUE SEPARAR:		eco zona UDLAP	
 Orgánico	 Papel y Cartón	 Líquido	 Plástico	 Metales	 Vidrio				
Alimentos • Bolas de té • Café y sus filtros • Cascarones de huevo • Cereales y granos (maíz, frijol, avena, harinas, arroz, etc.) • Frutas y sus cáscaras (sin freír) • Legumbres (sin freír) • Pitas y tortillas • Verduras y sus cáscaras (sin freír) Otros • Aserrín de madera sin barniz o pintura • Cabello • Cartones del huevo • Cenizas • Flores • Hilos de algodón • Hojas de plantas o árboles • Plumitas de aves • Ramas • Servilletas sin grasa	Papel • Cuadernos sin espiral • Folios • Invitaciones • Libros • Libros • Papel blanco o impreso • Pedrería de cartón o papel (de preferencia sin grapas) • Periódicos • Revistas • Solapas • Volantes/flyers/propaganda Cartón • Cajas de cereal • Cajas de mudanza • Cajas de pizza • Cartóns	Líquidos de aluminio • Bebidas energizantes • Cervezas • Jugos • Refrescos • Té Líquidos de fierro • Aceite • Chiles • Conservas • Frijoles • Salsas • Sopas • Latas de aerosol VACÍAS • Cervezas	Plástico transparente • Agua • Refrescos • Té Plástico de color/opaco • Cremas comestibles/untables • Jabones líquidos/dispensadores • Jugos • Leches • Mantapilla • Shampoo/condicionadores • Yogur/quesos untables Plástico duro • Botas o tapas de basura • Cajas • Juguetes • Sillas	• De leche • De salsas • De jugos	Botellas de bebidas • Alcohólicas • Cervezas - vinos - otros • Refrescos Vidrio de color • Ambar/café • Azul • Transparente • Verde Frascos de • Aceites • Conservas (mermeladas, mayonesas) • Cremas comestibles y untables • Salsas • Perfumes				
    Sin plástico, directo al bote	 Limpio y seco  Aplasta	 Enjuaga  Escurre  Aprieta	 Enjuaga  Aplasta	 Enjuaga  Aprieta	 Enjuaga  Aprieta				

Fuente: Universidad de las Américas de Puebla, en <<http://www.udlap.mx/>>.

Para el caso de los residuos orgánicos, los tratamientos individuales pueden ser el compostaje (comentado anteriormente) y la trituración (dispositivo anexo a la pila de la cocina donde los desechos se evacúan por la red de desagües cloacales).

En el *reciclado de residuos* se distinguen tres tipos de operaciones: primaria (el material se reprocesa para la misma aplicación, por ejemplo el vidrio), secundaria (el residuo se procesa para obtener un elemento diferente al original, por ejemplo la madera que se utiliza para hacer papel) y terciaria (los residuos son convertidos químicamente, por ejemplo los plásticos se procesan para fabricar productos no plásticos como ceras, aceites, gases combustibles, etc.). En el **Cuadro 9.5** se mencionan los materiales que se separan comúnmente para el reciclaje, con independencia del método empleado.

Cuadro 9.5. Materiales que se recuperan de los RSU para su reciclaje

Material reciclable		Tipos de materiales y usos
Aluminio		Latas de cerveza y refrescos.
Papel	periódico usado	Prensa escrita.
	cartón ondulado	Empaquetamiento en bruto.
	de alta calidad	Papel de informática, hojas de cálculo blando, recortes
	mezclado	Papel limpio y usado, blanco y de color, periódico, revistas.
Plásticos	polietileno tereftalato (PET/1)	Botellas de refrescos, de mayonesa, aceite vegetal, película fotográfica.
	polietileno de alta densidad (PE-HD/2)	Bidones de leche, contenedores de agua, botellas de detergente y de aceites de cocina.
	polietileno de baja densidad (PE-BD/4)	Envases de película fina y rollos de película fina para envolturas, bolsas de limpieza en seco y otros materiales de película.
	polipropileno (PP/5)	Cierres y etiquetas para botellas y contenedores, cajas de materias, envolturas para pan y queso, bolsas para cereales.
	poliestireno (PS/6)	Envases para componentes electrónicos y eléctricos, cajas de espuma, envases para comida rápida, cubiertos, vajillas y platos para microondas.
	multilaminados y otros	Envases multilaminados, botellas de aderezos
Vidrio		Botellas de recipientes de vidrio blanco, verde y ámbar.
Metal férreo		Latas de hojalata, bienes de línea blanca** y otros productos.

** Bienes de línea blanca: grandes electrodomésticos domésticos, comerciales o industriales, gastados o rotos, tales como cocinas, heladeras, lavavajillas, lavadoras y secadoras. Cuando se los recolecta separadamente, estos productos se desmontan para la recuperación de materiales específicos (cobre, aluminio, etc.).

Metales no férreos	Aluminio, cobre, plomo, etc.
Residuos de jardín, recogidos separadamente	Utilizados para separar compost, combustible biomasa, cobertura intermedia de rellenos sanitarios
Fracción orgánica de los RSU	Utilizado para preparar compost para aplicaciones de suelo, compost utilizado como cobertura de rellenos sanitarios, metano, etanol y otros compuestos orgánicos, combustible derivado de residuos.
Residuos de construcción y demolición	Suelo, asfalto, hormigón, madera, cartón de yeso, grava, metales.
Madera	Materiales para empaquetamiento, pallets, restos y madera usada de proyectos de construcción.
Aceite residual	Aceite de automóviles y camiones, reprocesado para reutilización o como combustible.
Neumáticos	Neumáticos de automóviles y camiones, material de construcción de carreteras, combustible.
Baterías ácidas de plomo	Materias de automóviles y camiones, trituradas para recuperar componentes individuales como ácido, plástico y plomo.
Pilas domésticas	Potencial para recuperación de zinc, mercurio y plata.

Fuente: Tchobanoglous, George y otros, 1994, Gestión Integral de Residuos Sólidos, vol. I, Ed. Mac Graw Hill, p. 69.

Además de los RSU mencionados, generamos en nuestros hogares **residuos domésticos peligrosos**, denominados así porque su actividad química, tóxica, explosiva, corrosiva, infecciosa u otras características, causa o puede causar peligro para la salud o el ambiente, por sí, o cuando toma contacto con otro residuos. De manera general representan menos del 1% del total de los RSU domiciliarios y agrupan a los desechos de limpieza, automóvil, cuidado personal, pinturas, plaguicidas, herbicidas, fungicidas y otros.

Sumado a los anteriores, también originamos en nuestras casas los llamados **residuos domésticos patogénicos**, que equivalen aproximadamente al 5% de los RSU. Se incluyen en este grupo a los pañales, toallas femeninas, jeringas, curitas usadas, productos electrónicos, drogas, entre otros.

La generación de estos tipos de residuos no se limita a los hogares, sino que también se expande a los establecimientos industriales, centros sanitarios o actividades agrícolas, entre otros (ver **Cuadro 9.6**).

Cuadro 9.6. Fuentes y tipos de residuos peligrosos y patogénicos

SECTOR	FUENTES	TIPOS DE RESIDUOS
Comercio	Mantenimiento de vehículos y aeropuertos Limpieza a seco Transformadores eléctricos	Aceites, fluidos hidráulicos Solventes halogenados Biofenoles policlorinados
Industria de pequeña escala	Procesamiento de metales Procesos de revelación y acabado fotográfico Procesos textiles Procesos de impresión Tintura de cueros	Ácidos, metales pesados Solventes, ácidos y plata Cadmio, ácidos minerales Solventes, tintas, tinturas Solventes, cromo
Industria de gran escala	Procesos de bauxita Refinamiento de petróleo Manufactura petroquímica Manufactura farmacéutica Producción de cloro	Barro rojo Catalizadores gastados Residuos oleosos Residuos alquitranados Mercurio
Agricultura	Áreas de cultivo	Herbicidas, insecticidas, contenedores químicos usados
Hogares	Viviendas	Tubos fluorescentes, baterías, drogas, cosméticos, materiales para el cuidado de los vehículos usados
Hospitales, clínicas y laboratorios^{***}	Clínicas de consulta, instalaciones de operación, laboratorios, veterinarias	Tejidos humanos y órganos infectados, sangre, excretas, instrumentos de cirugía, equipo de laboratorio, drogas, cuerpos de animales infectados.

Fuente: Agencia de Cooperación Alemana (GTZ), 1994. Tomado de Di Pace, María y Adriana Allen. (2006).

En los hogares, estos tipos de residuos deben ser separados de los domésticos ordinarios, ya que su manejo y tratamiento no es el convencional. Aún cuando se empaquetan los residuos peligrosos de manera separada, si se

^{***} Los residuos provenientes de hospitales, clínicas, consultorios médicos y otro tipo de equipamientos de salud están contaminados potencialmente con enfermedades humanas y otras sustancias peligrosas. La disposición inadecuada de estos residuos peligrosos contradice la finalidad del servicio de salud, generando riesgos potenciales sobre la salud de la población general.

arrojan finalmente al sitio de disposición regular de RSU, amenazan la salud, la vida de los recolectores informales y del personal del sistema de manejo de residuos sólidos.

Dado que en la mayoría de las ciudades no existe tal discriminación en origen, estos tipos de residuos se convierten en un problema ambiental por disposición/tratamiento inadecuados. En este sentido, uno de los principales problemas para el manejo de este tipo de residuos es el desconocimiento por parte de la población del tipo de residuos que está manipulando y su daño potencial.

Los diferentes tratamientos de los residuos peligrosos y patogénicos incluyen la destrucción térmica, la estabilización, el tratamiento biológico y landfarming.⁴² También existen instalaciones para recuperar materiales, como por ejemplo de solventes, aceites, ácidos y metales.

El manejo y disposición inadecuados de este tipo de residuos pueden causar serios riesgos ambientales sobre la salud de la población debido a sus características tóxicas y peligrosas.⁴³ Un principio de solución a este problema es la separación de estos materiales en la fuente de generación. Sin embargo, como se mencionó, poca gente sabe qué materiales constituyen residuos peligrosos y patogénicos en los hogares y existen aún pocos programas efectivos de separación *in situ*.

9.4. Problemas ambientales urbanos asociados con el recurso aire

Desde el enfoque de metabolismo social, el AIRE constituye un recurso esencial de ENTRADA al sistema; junto con el agua, hacen posible la existencia de la vida. Así, la biosfera se funde imperceptiblemente con la litosfera, la hidrósfera y la atmósfera. Los factores abióticos, fundamentalmente, el clima (vientos) y el sustrato (topografía) sumado al tipo de actividades que desarrollen las poblaciones humanas, determinarán el tipo de SALIDAS atmosféricas (impactos), en el análisis del metabolismo social.

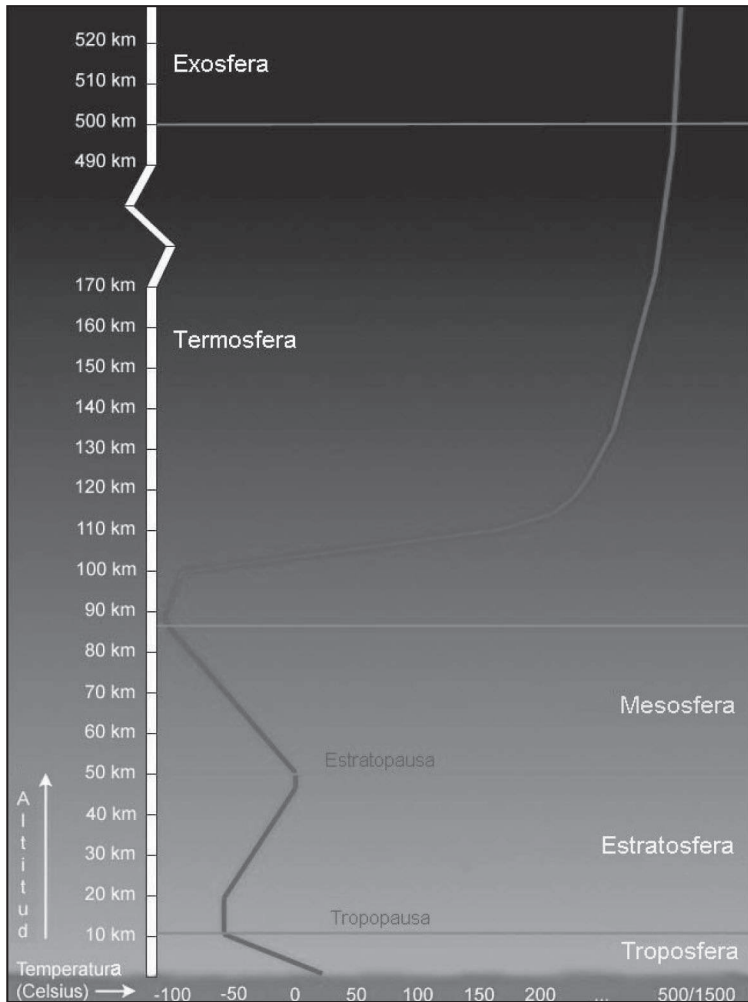
⁴² Landfarming: tecnología de recuperación biológica (biorremediación) mediante la cual los sedimentos o barros contaminados se aplican sobre la superficie del suelo y periódicamente se ara o laborea para airear al residuo.

⁴³ Si son dispuestos en rellenos sanitarios, pueden lixiviar y contaminar el acuífero, que en muchos casos es la única fuente de provisión de agua potable. También pueden acumularse en plantas y animales que, al ser ingeridos por los humanos, provocan una bioacumulación en tejidos y órganos, causando eventualmente enfermedades fatales.

Caracterización del recurso aire

La masa atmosférica no es uniforme, sino que presenta discontinuidades que tienen repercusiones en su dinámica. En la **Figura 9.6** se observa la estructura y perfil de la temperatura promedio en la atmósfera.

Figura 9.6. Perfil de la atmósfera



Fuente: Extraído de <http://jmarcano.topcities.com/beginner/atmosfera3.html>.

La capa inferior denominada *troposfera* tiene una altitud variable de entre 10-16 km, presenta temperaturas bajas y es en donde se concentra el 95 % de la masa atmosférica (ver **Cuadro 9.7**). Contiene casi todo el vapor de agua y las nubes, siendo por lo tanto, el sitio donde se origina el clima. En esta parte de la atmósfera se producen movimientos convectivos de masa de aire en sentidos vertical y horizontal, favoreciendo tanto la dilución de los contaminantes como la mezcla de los distintos componentes atmosféricos y por ende un buen número de procesos químicos. A medida que se asciende disminuye la temperatura, alcanzando unos -50°C en la *tropopausa*, techo de la troposfera.

Cuadro 9.7. Composición del aire en la troposfera

GASES		SÍMBOLO QUÍMICO	CONCENTRACIÓN (%)
PRINCIPALES	Nitrógeno	N_2	73,0
	Oxígeno	O_2	20,9
	Argón	Ar	0,93
	Dióxido de Carbono	CO_2	0,032
CONCENTRACIÓN (ppm)			
RAROS a) Permanentes (no reactivos)	Helio	He	5,2
	Neón	Ne	18,0
	Criptón	Kr	1,1
	Xenón	Xe	0,086
	Hidrógeno	H_2	0,5
	Óxido nitroso	N_2O	0,25
b) Reactivos	Monóxido de carbono	CO	0,1
	Metano	CH_4	1,4
	Hidrocarburos (excepto el metano)	"HC"	0,02
	Óxido nítrico	NO	0,2 a $2,0 \cdot 10^{-3}$
	Dióxido de nitrógeno	NO_2	0,5 a $4,0 \cdot 10^{-3}$
	Amoníaco	NH_3	0,6 a $2,0 \cdot 10^{-3}$
	Dióxido de azufre	SO_2	0,03 a $1,2 \cdot 10^{-3}$
	Ozono	O_3	0 a 0,05

Fuente: Adaptado de Strauss W. y Mainwaring T., 1990, *Contaminación del aire. Causas, efectos y soluciones*, Trillas, México.

Notas:

- ppm: partes por millón (equivalente a mg/l).
- Las concentraciones señaladas son las que se encuentran ambientalmente en la atmósfera, y no en áreas contaminadas. Cuando se da un rango de concentraciones, indica que se midieron en distintos lugares.
- La concentración correspondiente al CO₂ fue la mínima hallada lejos de centros de población, pues en esos casos la misma varía entre 0,034 hasta 0,035 %.

Por encima de la tropopausa se encuentra la *estratosfera* (segunda capa de la atmósfera de la Tierra). A la inversa de lo que ocurre con la troposfera, la temperatura aumenta en proporción a la altitud; este incremento de temperatura se debe a que concentra el ozono atmosférico (O₃),⁴⁴ elemento que provoca que la temperatura suba, debido a que absorbe la luz del sol y la convierte en calor. La concentración del ozono es de 10 ppm, equivalente al 80% del total de este gas en la atmósfera. Como casi no existe una mezcla vertical y hay poco vapor de agua, las sustancias que la alcanzan permanecen allí mucho tiempo. En el límite superior de la estratosfera, situada aproximadamente en los 50 km de altura, se encuentra la *estratopausa* (ver **Figura 9.6**).

Ascendiendo se halla la *mesosfera* (que se extiende entre los 50 y 80 km por encima de la superficie de la tierra), que junto con la estratosfera constituyen la llamada *atmósfera media*. Al disminuir la concentración de ozono con la altitud, decrece la temperatura, alcanzando valores muy bajos (-110°C). La densidad es 1.000 veces menor que a nivel de mar, lo que determina la formación de turbulencias.⁴⁵ Si bien contiene sólo alrededor del 0,1 % de la masa total de la atmósfera, es de gran importancia por la ionización y las reacciones químicas que ocurren en ella. Está formada por los mismos componentes de la troposfera, principalmente nitrógeno y oxígeno. La *mesopausa* es la región que separa la mesosfera de la termosfera (ver **Figura 9.6**).

La *termosfera*, también llamada *ionosfera*, es la capa superior de la atmósfera que se extiende entre los 80 km y los 500 km de altitud. La característica distintiva es la fotoionización que provoca la radiación solar. Si el sol está activo las temperaturas pueden alcanzar a 1.500°C (sin embargo estas elevadas tem-

⁴⁴ Una forma de oxígeno que absorbe la radiación de energía elevada, es decir, la ultravioleta (UV), emitida por el sol.

⁴⁵ Movimiento desordenado de un fluido en el cual las moléculas en vez de seguir trayectorias paralelas, describen otras sinuosas y forman torbellinos.

peraturas no se corresponden con la sensación de calor que tendríamos en la troposfera, porque en la termosfera la densidad es mucho más baja). Los gases aparecen ionizados, porque esta capa absorbe las radiaciones solares de menor longitud de onda (rayos gamma y rayos X), que son altamente energéticos. Esta capa contribuye esencialmente en la reflexión de las ondas de radio emitidas desde la superficie terrestre, lo que posibilita que éstas puedan viajar grandes distancias sobre la Tierra, gracias a las partículas de iones (cargadas de electricidad) presentes en esta capa. Además, es en este estrato que se desintegran la mayoría de los meteoritos, a una altura entre 80 y 110 km, debido al rozamiento con el aire dando lugar a meteoros o estrellas fugaces.

Así, como se observa, a medida que se asciende en la ionosfera, la temperatura aumenta. Aquí es donde suceden las auroras. La intensa radiación UV de alta energía disocia las moléculas de nitrógeno y oxígeno, alcanzando temperaturas que exceden los 1.200°C.

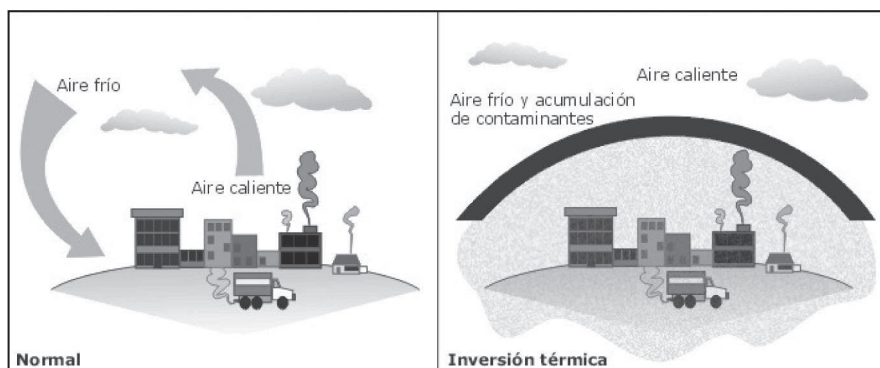
Fenómeno Inversión térmica. Como se ha mencionado, en la troposfera la temperatura del aire disminuye con la altura. La temperatura diurna del aire en condiciones normales es mayor cerca de la superficie terrestre, debido a la incidencia de los rayos solares y al calor absorbido que irradia el aire cercano a la superficie. Este aire caliente se eleva con los contaminantes y los dispersa a altitudes superiores. De noche, cuando el sol no calienta, la corriente cesa. Esta condición de aire frío abajo y cálido arriba se llama *inversión térmica* (ver **Figura 9.7**). Este fenómeno suele tener vida corta, pues a la mañana siguiente el proceso comienza de nuevo y los contaminantes acumulados en la noche se disipan: es lo que se conoce comúnmente como *neblina mañanera*. Pero puede ocurrir que si está nublado o una masa de aire a presión permanece sobre el aire superficial, termine atrapándolo. Si la inversión térmica se prolonga, se acumulan los productos de *smog*,⁴⁶ alcanzándose concentraciones peligrosas.

Los efectos más comunes del *smog* sobre la salud son: dolores de cabeza, náuseas, irritación de ojos y garganta y problemas respiratorios como asma y enfisema. En algunas ciudades la contaminación atmosférica producida por la inversión térmica ha alcanzado tales niveles que los índices de mortalidad se incrementaron en forma notable. Un ejemplo de ello es lo ocurrido en Londres: en 1952 una inversión duró cuatro días, causando la muerte de 4.000 personas debido a disneas y cianosis; en 1956 volvió a producirse,

⁴⁶ La palabra **smog** se utilizaba para describir la combinación de humo y niebla (**smoke** y **fog**), principalmente en Londres, vinculada con el anhídrido sulfuroso (SO₂) que se formaba cuando se quemaba carbón con alto contenido de azufre. En español, esmog.

falleciendo 1.000 personas; al repetirse en 1962 fueron 750 los fallecidos. Este fenómeno también tuvo consecuencias fatales en Bélgica (1930), México (1950) y es casi un problema permanente en Los Ángeles. Fenómenos de inversión térmica son muy frecuentes en las ciudades de Santiago (Chile) y en Córdoba (Argentina).

Figura 9.7. Circulación atmosférica natural comparada con una inversión térmica



Fuente: Extraído de <http://www.naturalezaycontaminacion>.

Fenómeno *smog* fotoquímico. Esta clase de *smog* es el que se produce por reacciones químicas, en las que intervienen los humos de los escapes de los automóviles y el aire atmosférico que en reacción con la luz solar se genera una neblina color parda.

La **contaminación atmosférica** actual es, fundamentalmente, una consecuencia de las actividades humanas, debido al desarrollo tecnológico y a la concentración demográfica. Se vio notablemente agravada a partir de la Revolución Industrial en el siglo XIX, con el uso indiscriminado del carbón mineral como combustible y luego con la incorporación del petróleo a la producción energética. Como sucede con los orígenes de la contaminación hídrica, también en la atmósfera existen procesos naturales responsables de desequilibrios, como por ejemplo erupciones de volcanes, incendios, tormentas de polvo, etc., que liberan a la atmósfera diversos gases y partículas.

Los contaminantes atmosféricos pueden clasificarse básicamente en **primarios** y **secundarios**, sobre la base de si proceden directamente de las fuentes de emisión o si son originados en el aire por interacción entre dos o más con-

taminantes primarios o por sus reacciones con los constituyentes normales de la atmósfera. Dentro de los **primarios** se identifican los siguientes diferentes grupos que se describen a continuación.

Las *partículas*, tanto sólidas como líquidas, pueden denominarse indistintamente también como aerosoles, ya que estos se definen como dispersiones de sustancias sólidas o líquidas en el aire. El tamaño de las partículas es un factor muy importante en la determinación tanto de los efectos que producen como de las áreas afectadas, ya que establece su tiempo de permanencia en la atmósfera y la facilidad con que se introducen en las vías respiratorias profundas. El tamaño oscila entre 1 y 1.000 micrones, aunque existen algunas muy especiales fuera de estos límites. En la atmósfera, las partículas de tamaño inferior a 1 micrón realizan movimientos al azar, produciendo choques entre ellas que dan lugar a agregados de mayor tamaño en un proceso denominado “coagulación”. Luego, las partículas de tamaños comprendidos entre 1 y 10 micrones tienden a formar suspensiones mecánicamente estables en el aire; reciben el nombre de “materia en suspensión” y pueden ser trasladados a grandes distancias por la acción de los vientos, fijarse sobre las superficies por efecto electrostático y ser inhaladas durante la respiración. Las partículas mayores de 10 micrones se denominan “materia sedimentable”, permanecen en suspensión en el aire durante periodos de tiempo relativamente cortos y tienen una deposición más rápida, dificultando la penetración en las vías respiratorias profundas. Sus efectos se localizan en las proximidades de las fuentes que las emiten.

Los procesos naturales que aportan partículas a la atmósfera son la erosión eólica, el volcanismo y los incendios espontáneos de bosques.

Entre los orígenes antrópicos se encuentran las producidas por las fuentes industriales, los automóviles, las industrias extractivas y las vinculadas con la construcción (por ejemplo fábrica de cementos) y la siderurgia. De todas estas, las partículas liberadas más comunes son los restos de carbón, óxidos férricos, cuarzo, sílice y otros minerales, siendo de gran preocupación el asbesto⁴⁷ y el plomo.

⁴⁷ El **asbesto** también llamado amianto es un grupo de minerales fibrosos; las fibras largas y resistentes se pueden separar, son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas y también resisten altas temperaturas. Debido a estas especiales características, el asbesto se ha usado para una gran variedad de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción (tejas para recubrimiento de tejados, baldosas y azulejos, productos de papel y productos de cemento con asbesto), productos de fricción (embrague de automóviles, frenos, componentes de

Las partículas líquidas asumen la forma de nieblas, absorbiendo sustancias tóxicas en las atmósferas contaminadas.

La composición química varía mucho de unas partículas a otras, dependiendo fundamentalmente de su origen.

Los *compuestos derivados de azufre* (SO_x), están formados por los óxidos de azufre: *anhídrido sulfuroso* (SO₂) y *anhídrido sulfúrico* (SO₃), ambos originados al quemarse los combustibles fósiles por combinación con el oxígeno. El SO₂ es un gas bastante estable, incoloro, más pesado que el aire, que se condensa con facilidad y de olor picante e irritante. Es el contaminante más común en el aire urbano. Por la acción de la radiación UV, puede transformarse en SO₃ y éste, con la presencia de vapor de agua, en ácido sulfúrico (H₂SO₄), origen de la llamada **lluvia ácida**, que puede producir graves perturbaciones biológicas y provocar la corrosión del mármol (“cáncer de las estatuas”), que tanto ha dañado a los monumentos arquitectónicos y esculturas realizadas en piedras caliza y mármol.

El *ácido sulfhídrico* (SH₂) es producido naturalmente por fermentaciones originadas en las sulfobacterias, en medio acuático o terrestre y por volcanismo. Antrópicamente deriva de los escapes que se producen en refinerías de petróleo, pasta de papel u otras plantas industriales. Este compuesto tóxico genera efectos sensibles por los malos olores que desprende.

En el grupo de los *compuestos orgánicos* se encuentran los *hidrocarburos* (HC) y los *orgánicos volátiles* (COV). Los HC pertenecen a dos tipos: los alifáticos (por ejemplo propano, hexano, etileno), y los aromáticos (por ejemplo, benceno o tolueno). Se originan en las industrias del petróleo, plantas de tratamiento de gas natural y escapes de vehículos. Los COV se originan en procesos muy diversos, destacándose los hidrocarburos aromáticos polinucleares, algunos compuestos de cloro (policloribifenilo: PCB), dioxinas y furanos. Todos estos compuestos tienen efectos cancerígenos.

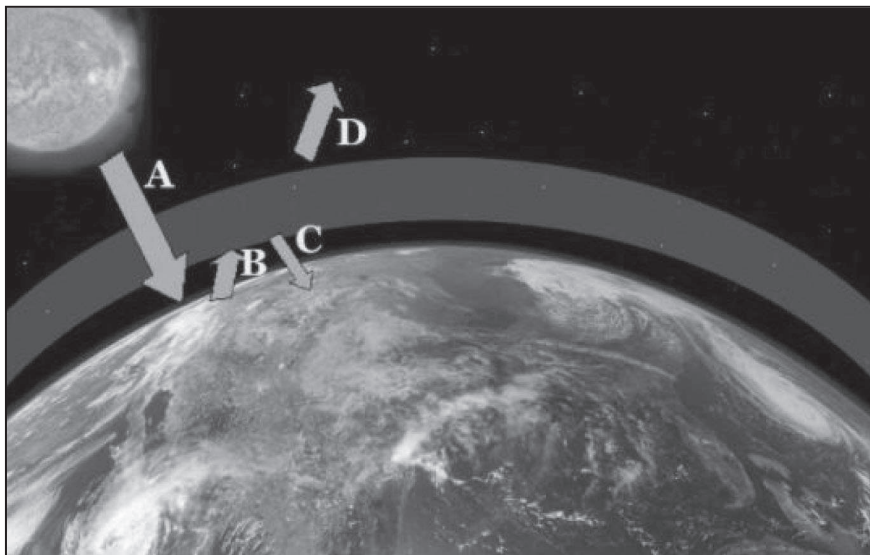
De los ocho *óxidos de nitrógeno*, solo el *dióxido de nitrógeno* (NO₂) y el *óxido nítrico* (NO) pueden considerarse altamente contaminantes; ambos se encuentran en estado gaseoso a temperatura ambiente, de color pardo rojizo e incoloro, respectivamente. Se originan de forma natural en los procesos de fermentación de la materia orgánica, incendios forestales, tormentas con descargas eléctricas y durante la combustión de combustibles fósiles por oxidación de nitrógeno. De forma artificial surgen por las combustiones producidas en

la transmisión), materias textiles termo-resistentes, envases, paquetería y revestimientos, equipos de protección individual, pinturas, productos de vermiculita o de talco, etcétera.

los motores y en usinas generadoras de energía. Participan en los procesos mencionados de lluvia ácida y smog fotoquímico. El NO_2 , en contacto con vapor de agua, se transforma en ácido nítrico (HNO_3) y por el amoníaco atmosférico (NH_3) en nitratos (NO_3), que finalmente llegan al suelo con las precipitaciones, actuando como fertilizantes al aportar nutrientes.

Forman parte del grupo de los *óxidos de carbono* tanto el *monóxido de carbono* (CO) como el *dióxido de carbono* (CO_2). El CO es un gas incoloro, inodoro e insípido. Naturalmente se produce en el medio marino, donde las algas intervienen de una manera significativa y también por oxidación del metano, producido por descomposición de sustancias orgánicas sumergidas en pantanos en regiones tropicales. Procede de combustiones incompletas de hidrocarburos en los motores de combustión interna, de incineración de residuos y de los incendios de bosques. Es extremadamente tóxico y en concentraciones superiores a 10 ppm tiene efectos negativos sobre la salud. Cuando la proporción de CO en el aire alcanza el valor de 0,1%, la intoxicación se considera aguda y sobrepasando el límite de 1% la muerte sobreviene en 30 minutos.

Por su parte el CO_2 se origina de la combustión de los combustibles fósiles, en la respiración de los seres vivos y el volcanismo. No es considerado como contaminante en sí, pues es un componente normal de la atmósfera, pero el aumento originado en las últimas décadas a raíz de numerosas actividades antrópicas, ha provocado una profundización del fenómeno, que se conoce como **efecto invernadero**. Es importante mencionar que es un proceso natural, responsable de que la temperatura media de la superficie de la Tierra sea 33°C mayor que la que tendría si no existieran gases con efecto invernadero en la atmósfera; la luz solar, luego de ser absorbida y convertida en radiación infrarroja, cuando “rebota” hacia el espacio exterior, parte de ella es absorbida por los *gases naturales de invernadero* (CO_2 , vapor de agua y pequeñas cantidades de otros gases presentes en la atmósfera), produciendo una forma de aislación sobre la Tierra, lo que trae aparejado un aumento de la temperatura en la troposfera (ver **Figura 9.8**). Cada uno de los gases es evaluado no sólo por su acción relativa (intensidad), sino también por su contribución real (cantidad) (ver **Cuadro 9.8**). Como se indica en el cuadro, si bien un gramo de CFC produce un efecto invernadero 15.000 veces mayor que un gramo de CO_2 , dado que la cantidad de CO_2 es mucho mayor que la del resto de los gases, éste es el mayor contribuyente real al efecto invernadero.

Figura 9.8. Efecto invernadero

Fuente: extraído de UNEP-GRID Arendal.

Notas:

A: absorción de la radiación emitida por el sol en las capas atmosféricas.

B: reflexión de la radiación solar absorbida (aproximadamente 30 %).

C: captación de la radiación solar reflejada por los gases invernaderos.

D: expulsión de la radiación solar al espacio.

El ciclo formado por los puntos B y C es el responsable del aumento en la temperatura de las capas más cercanas a la superficie terrestre.

Cuadro 9.8

Gas efecto invernadero	Acción relativa	Contribución real (%)
CO ₂ (Dióxido de Carbono)	1 (referencia)	76
CFCs (Clorofluorocarbono)	15.000	5
CH ₄ (metano)	25	13
N ₂ O (óxido nitroso)	230	6

Durante el siglo XX la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera creció constantemente debido a la actividad humana. A comienzos de siglo, por la quema de grandes masas de vegetación para ampliar las tierras de cultivo y en los últimos decenios, por la quema de combustibles fósiles como el petróleo, carbón y gas natural, para obtener energía y por los procesos industriales. El CO_2 explica más del 60% del efecto invernadero. En ese proceso, el carbono almacenado en los combustibles se libera a la atmósfera y perturba el ciclo del carbono (ver **Capítulo 3**), sistema con miles de años de antigüedad y perfectamente equilibrado a través del cual se produce un intercambio de carbono con el aire, los océanos y la vegetación terrestre.

Así, el conjunto de GEI en la atmósfera, retrasan la difusión al espacio de la radiación infrarroja, lo que conduce al calentamiento del planeta.

Los *compuestos halogenados y sus derivados* son producidos únicamente por las industrias. Aquí solo se hace mención a los que se consideran como contaminantes. El *ácido clorhídrico* (HCl) y *Cloro* (Cl_2) son altamente tóxicos, de olor sofocante y muy irritante para las mucosas. El *ácido fluorhídrico* (HF) y *fluoruros* (Ft) son altamente corrosivos y originan graves irritaciones en contacto con la piel y las mucosas. Tienen un carácter tóxico acumulativo, es decir, no son eliminables por los seres vivos. Las industrias que los generan son las de aluminio, fertilizantes fosfatados, vidrio, cerámica o la combustión de carbón mineral.

Los *clorofluorocarbonos* (CFC) son gases estables, no tóxicos y no inflamables; es por ello que se los utiliza en múltiples aplicaciones: aerosoles, aparatos de refrigeración y en procesos industriales (poliestireno). Su peligrosidad deriva de su misma estabilidad, ya que los átomos de cloro reaccionan con las moléculas de ozono estratosférico, produciendo la *reducción de la Capa de Ozono*. Este fenómeno se origina debido a que los CFCs reaccionan con la radiación UV y liberan cloro, que a su vez reacciona con el ozono y produce monóxido de cloro (ClO), dando como resultado pérdidas de ozono en latitudes medias. En realidad, cualquier sustancia que lleve halógenos reactivos a la estratosfera reduce el ozono. Entre estas sustancias se encuentran compuestos halogenados como el cloroformo, tetrafluoruro de carbono y el bromuro de metilo.

En cuanto a los *metales pesados*, si bien se hallan en la atmósfera en muy bajas concentraciones, su peligrosidad es muy elevada debido a que no son degradables, es decir, permanecen en la naturaleza produciéndose acumu-

laciones en las cadenas tróficas. Los más nocivos son el cadmio, mercurio y plomo, que si son inhalados o ingeridos se concentran en sangre, en los tejidos y en los huesos.

Luego, las consecuencias más importantes vinculadas con los **contaminantes secundarios**, es decir aquellos que se producen a partir de las reacciones químicas de los primarios, son que añaden nuevos compuestos a la atmósfera o alteran las proporciones normales de los gases habituales y además, por consumir energía, alteran el balance energético de la superficie de la Tierra. Son estos precisamente los que originan los fenómenos comentados smog fotoquímico, lluvia ácida y disminución de la capa de ozono.

Además de los dos grupos de contaminantes explicados, existen otros que tienen una naturaleza diferente, pero que también significan pérdida de calidad del aire y un riesgo para la salud, tanto de las personas como de los ecosistemas que estén en contacto con ellos. Estos procesos son las contaminaciones **radioactivas, por ruido, por olores y por radiaciones electromagnéticas**.

Respecto a la *contaminación radioactiva*, las radiaciones ionizantes son un conjunto de partículas que tienen la propiedad de alterar los átomos de algunas sustancias que atraviesan, convirtiéndolas en iones cargados eléctricamente (radiaciones de los Rayos X y Gamma), que al interaccionar con la materia originan la ionización de los átomos o las moléculas que la forman. Ocasionalmente ocasionan una serie de cambios pudiendo afectar directamente los tejidos de los seres vivos. Las fuentes que emplean radiaciones comprenden a la producción de energía eléctrica y el tratamiento de determinadas enfermedades.

Las fuentes que provocan *ruido* pueden ser naturales y/o antrópicas. Las primeras no constituyen un problema ambiental, pues sus intensidades son generalmente bajas y en el caso que fueran altas serían de corta duración (por ejemplo los truenos durante las tormentas). Las antrópicas sí son un problema importante de contaminación, pues sus efectos sobre la salud son diversos: perturbación del sueño o del descanso, problemas fisiológicos en el aparato auditivo, alteraciones de orden psicológico, cambios de comportamiento, entre otros. Las fuentes del ruido pueden ser muy diversas, entre las que se destacan: el tráfico automotor, los procesos industriales y los asociados a la actividad de construcción, además de las generadas por el propio vecindario en aglomeraciones urbanas.

Los niveles de intensidad del sonido se miden en decibeles. En el **Cuadro 9.9**, se aprecian los diferentes niveles según la fuente.

Cuadro 9.9. Niveles de intensidad de sonido procedentes de determinadas fuentes

Decibeles (dB)	Fuente	Efectos
140	Reactor (a 25 m)	Zona nociva
130	Pistola remachadora	
120	Hélice de avión (a 50 m)	
110	Martillo neumático	
100	Fundición de metales	Zona de peligro
80-90	Camión pesado	
80	Calle concurrida	
60-70	Coche privado	
60	Conversación ordinaria (a 1 m)	
50	Conversación suave (a 1 m)	
40	Música suave	Zona segura
30	Susurros	
20	Ciudad residencial tranquila	
10	Ruido de hojarascas	

Fuente: Adaptado de Elsom, Derek, 1990.

Por último la *contaminación por olores* se evalúa a partir de la intensidad y de la calidad del olor, y es considerada como tal si genera incomodidad física o bien origina molestias a la población. La intensidad se mide a partir de los efectos fisiológicos que pueda producir un compuesto, mientras que la calidad es una medida bastante subjetiva. Para determinar si un olor es considerado contaminante se establecieron “umbrales de olor”, resultado de un consenso a causa de la dificultad de fijar una medida absoluta, concreta y objetiva (ver **Cuadro 9.10**).

Cuadro 9.10. Umbrales de olor y características de las sustancias en el aire

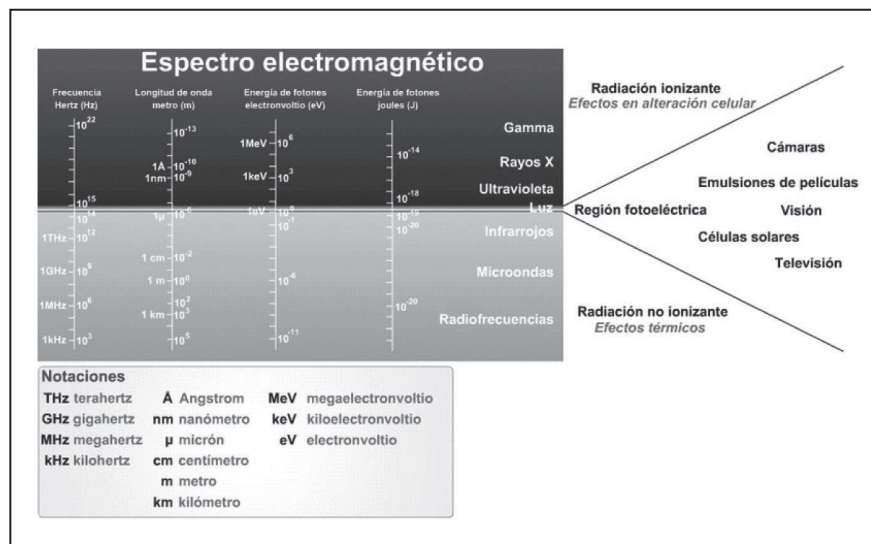
Compuesto	Características olfativas	Umbral de olor (ppm de volumen)
Acetaldehído	Verdura, a jardín	0,21
Acroleína	Picante, a quemado	0,21
Amina, dimetil	Picante, a ajo, a cebolla	0,047
Amina, monometil	Picante, a pescado	0,021
Amina, trimetil	Picante, a pescado	0,00021
Ácido butírico	Rancio	0,001
Difenil sulfito	Quemado, a goma	0,0047
Etil acrilato	Tierra, plástico caliente	0,00047
Etil, mercaptano	Sulfuroso, a tierra	0,001
H ₂ SO ₄ (ác. sulfúrico) gas (seco)	Huevos podridos	0,00047
Metil mercaptano	Picante, sulfuroso	0,0021
Metil metacrilato	Picante, sulfuroso	0,21
Paracresol	Picante, a alquitrán	0,001
Fenol	Medicinal	0,047
Piridina	Picante, a quemado	0,021
Tolueno diisocianato	Picante	2,14
Tricloroetileno	A disolvente	21,4

Fuente: Warner, Peter, 1981, *Análisis de los contaminantes del aire*, Paraninfo. Madrid.

Por último, la **contaminación electromagnética** es la producida por las radiaciones del espectro electromagnético generadas por equipos electrónicos u otros elementos producto de la actividad humana (ver **Figura 9.9**). Un aspecto polémico refiere a los efectos nocivos que producirían las emisiones de radiación electromagnética. Cierta información referente a aumentos en la probabilidad de cáncer en personas que viven en zonas cercanas a torres de alta tensión, como así también la reciente preocupación sobre el uso de la telefonía celular, y de las antenas de celulares y o WiMAX⁴⁸ han contribuido a despertar una preocupación general en la sociedad.

⁴⁸ Siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas), norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las

Figura 9.9. Espectro electromagnético y mediciones de las radiaciones correspondientes



Fuente: Benítez, Luis María, 2005.

La contaminación electromagnética es objeto de controversia. Las diferentes normativas respecto a los rangos de exposición inocuos presentan una diversidad muy grande. Existe una creciente alarma social, debido tanto al crecimiento exponencial de las antenas en algunas poblaciones, como a la falta de una regulación adecuada y/o clara en algunas zonas. Uno de los temas pendientes, tanto científico como político, refiere a cuáles son los límites de exposición inofensivos para los seres vivos y si los límites actuales son o no adecuados.

9.5. Problemas ambientales urbanos asociados con el recurso suelo

Partiendo de la noción de metabolismo social, pareciera no corresponder identificar al SUELO como una variable de entrada y/o de salida al/del sistema. Es el sustrato físico donde se despliegan las actividades humanas y se desarrollan los ecosistemas, y todo indicaría que es un elemento “estático”. Aunque es de más difícil interpretación, el suelo, al igual que el agua, también

frecuencias de 2,3 a 3,5 Ghz.

puede ser analizado mediante flujos, por ejemplo al considerar el traslado de suelos cuando se rellenan espacios topográficamente deprimidos o cuando se requieren suelos de mejor fertilidad; asimismo cada vez se presta más atención al denominado “suelo virtual”, indicador que permite comprender el metabolismo social que involucra al funcionamiento de la economía global, estudiando los flujos de nutrientes, en particular aquellos que tienen escasa movilidad y que por otro lado se desplazan a lugares sumamente distantes, alejándose de los ciclos naturales, a los que, como menciona Walter Pengue (2009), nos tenía acostumbrados la naturaleza.

Caracterización del recurso suelo

Desde el punto de vista edafológico, el suelo:

Es la parte sólida más externa de la corteza terrestre que ha sufrido y sigue sufriendo acciones causadas por agentes atmosféricos y seres vivos, y sirve de soporte a la vegetación. De este modo el suelo es un medio complejo caracterizado por una atmósfera interna, una particular utilización del agua, una flora y fauna determinadas, y constituyentes minerales u organominerales.⁴⁹

Como ocurre con cualquier recurso natural, es imprescindible tener un conocimiento del suelo para utilizarlo de manera racional, evitando así posibles deterioros irreversibles. Esta importancia se basa en que el suelo cumple funciones vitales para el desarrollo de diversas actividades antrópicas. Básicamente es el soporte de las actividades dirigidas al aprovechamiento de su potencial productivo (agricultura, regadíos y forestales).⁵⁰ Por otro lado, también es soporte de las actividades constructivas, industriales y de equipamientos muy variadas (urbanización, infraestructura de servicios, sistemas de depuración de residuos sólidos, construcción de canales, embalses, etc.). Además no hay que olvidar que el suelo es fuente de materiales (gravas, arenas, turbas, minerales de hierro, etc.) para muchas de las actividades mencionadas.

⁴⁹ Rodríguez Chaparro, Joaquín (2002), *Principios generales de edafología*, CEDEX, Madrid.

⁵⁰ La productividad es una cualidad compleja del suelo en la que intervienen características y propiedades del suelo con prácticas culturales, y con características y propiedades de otros elementos ambientales como la vegetación, litología, pendiente, etc. y todos ellos interrelacionados.

La formación del suelo es un proceso extremadamente lento,⁵¹ que se inicia por la desintegración física de las rocas subyacentes, formando pequeños fragmentos. Estos suelen sufrir un posterior ataque químico y biológico mediante el cual se liberan nutrientes que sirven para el crecimiento de las plantas. Este conjunto de procesos biofisicoquímicos se denomina *meteorización*.

La distribución de los materiales que constituyen el suelo no es homogénea, destacándose la existencia de capas perfectamente diferenciadas (horizontes). El conjunto de estos horizontes constituyen el perfil del suelo. El horizonte A constituye la capa superior del suelo hasta una profundidad de unos pocos centímetros. Contiene la mayor parte de la materia orgánica del suelo y es donde tiene la máxima actividad biológica. El horizonte B, situado por debajo del anterior, está formado por los productos de la alteración de las rocas subyacentes y por el material orgánico y mineral disuelto del horizonte A. El horizonte C es el más profundo, está formado por material disgregado procedente del fondo y por la roca madre, mientras que el horizonte D está formado por la roca madre sin alterar.

Los factores que tienen una mayor implicancia en la formación del suelo son:

- la *litología*: roca madre desde donde se origina el suelo;
- la *topografía*: ya que los terrenos con fuertes pendientes no desarrollan suelos tan profundos como los llanos;
- la *vegetación*: la clase de vegetación que se desarrolla en el suelo afectará a la forma de distribución de la materia orgánica;
- el *clima*: influye de modo decisivo en las propiedades del suelo. En climas húmedos y cálidos, la meteorización y el arrastre por lixiviación son rápidos. Si el suelo se ha formado en climas fríos, el ataque por agentes externos es más lento y el contenido en materia orgánica es mayor. En invierno, cuando el suelo está helado, no tiene lugar una descomposición apreciable de la materia orgánica;
- el *tiempo*: todos los cambios que ocurren en el suelo requieren tiempo. Este factor es la clave para comprender cuánto se debe cuidar este recurso natural, que puede considerarse no renovable, pues tarda muchos años en recuperarse, ante afectaciones de procesos ecológicos como los de la erosión, la salinización, contaminación, degradación, deforestación o compactación.

⁵¹ La formación de un centímetro de suelo puede llegar a tardar algunos centenares de años.

Contaminación y degradación del recurso suelo

La ***agricultura*** es una de las causas de degradación de los suelos más difundida a nivel mundial, porque ejerce efectos directos en la superficie edáfica. Si bien hace muchos años no era así (pues la explotación de la tierra mantenía un cierto equilibrio con los procesos naturales), la situación actual ha cambiado debido a la intensificación de la agroindustria, que se caracteriza por el empleo de tecnologías nuevas, la utilización de plaguicidas, la poca cantidad de personas empleadas y el desplazamiento de agricultores de pequeña escala, entre otras. En efecto, la introducción de *tecnologías nuevas* aplicadas a estas prácticas de cultivo con el fin de lograr mejoras en la producción (maquinarias de gran peso para aumentar porosidad, eliminación de malezas, etc.), puede desencadenar efectos negativos en el suelo, como la *erosión*.

Por su parte, si bien el *riego* puede contribuir a una rendición óptima, ello no siempre ocurre, pues al adicionar agua en forma excesiva, se puede obtener una lixiviación exagerada con la consiguiente pérdida del suelo. Por otro lado, si las aguas empleadas son de baja calidad (por ejemplo aguas residuales urbanas sin depurar o provenientes de acuíferos contaminados por compuestos agrícolas, industriales y domiciliarios), representan no sólo un alto riesgo para el suelo, sino para los cultivos, con el posible impacto en la salud de las personas que consumen dichos vegetales sin un adecuado lavado.

Los *plaguicidas* son empleados para eliminar animales o vegetales no deseados que afectan de alguna manera el rendimiento de la cosecha, con el consiguiente descenso de la rentabilidad. La mayoría son efectivos, pues tienen un poder letal muy elevado, pero es importante destacar sus altos efectos negativos sobre el resto del medio, no solo porque contaminan el suelo, sino también porque constituyen una amenaza para la salud humana.

Los tres macroelementos contenidos en los *fertilizantes* (nitrógeno, fósforo y potasio) pueden convertirse en agentes contaminantes si se los emplea en cantidades elevadas, ya que no pueden ser asimiladas en su totalidad por las plantas. De ocurrir esto, las consecuencias son muy variadas e incluyen percolación al suelo, eliminación a través del drenaje superficial o subterráneo, pasaje a la atmósfera o desplazamiento por la erosión del suelo. Si la concentración de estos nutrientes en un cuerpo de agua superficial es elevada, puede desencadenarse el fenómeno de “eutroficación”.

En cuanto a la ***ganadería***, si bien el estiércol producido por el ganado es beneficioso, pues se lo puede emplear como fertilizante, puede

contaminar cuando esta actividad se realiza en forma intensiva, como en el caso de los *feedlots*. Ocurriría la misma situación que en el caso de fertilizantes, con el agravante de la presencia de organismos patógenos o de algunos compuestos químicos utilizados para el control sanitario de animales, aditivos, etc.

Impactos de la contaminación y degradación del recurso suelo

Las dos consecuencias más importantes de la degradación de este recurso natural son la pérdida total o parcial del suelo provocado por la erosión, y pérdida de la calidad por la incorporación de contaminantes. Pero existen otras de menor magnitud, como la salinización y el encharcamiento.

La *pérdida de suelo por erosión* reduce radicalmente la fertilidad del suelo al provocar la desaparición de los horizontes superiores. Este proceso se potencia aún más si se le suma la pérdida de la vegetación.

Si bien se ha mencionado la *pérdida de la calidad del suelo por incorporación de contaminantes* debido a la utilización de compuestos para la mejora de la producción agrícola, también hay que tomar en cuenta que el suelo absorbe cantidades significativas de gases atmosféricos provenientes de diferentes procesos, como lo es la lluvia ácida.

La *salinización* se refiere al incremento del contenido de sales solubles en el suelo. Al describir los procesos de contaminación hídrica se ha analizado el de salinización. Este deriva de la ocurrencia de diversos procesos: cercanía del nivel freático de un acuífero salinizado a la superficie; migración de las sales contenidas en las aguas de riego o como resultado de aplicar ciertos compuestos; riego de agua proveniente de un acuífero que ha estado en contacto con sedimentos marinos y salinos o de formaciones acuíferas que contengan agua con disolución de sales evaporitas, comúnmente yesos y sales asociadas y precipitación escasa: en este caso la elevada evapotranspiración puede aumentar la concentración de sales disueltas por encima de los valores característicos del agua marina.

Los *encharcamientos* se producen cuando existe un exceso de agua en el suelo. Las causas pueden ser variadas: exceso de riego combinado con un drenaje insuficiente, un subsuelo impermeable que impide la infiltración del agua de lluvia, ascenso del nivel freático, etcétera.

9.6. La pobreza como polo concentrador de los problemas ambientales urbanos⁵²

Uno de los problemas más severos del desarrollo urbano acelerado, encontrado en algunas ciudades, incluidas muchas latinoamericanas, es la proliferación de *asentamientos precarios*.

Formados por migrantes de áreas rurales o áreas urbanas menores, responden en la mayoría de los casos a procesos de recesión y paralización de las actividades económicas de sus lugares de origen, e indirectamente, a procesos desiguales de distribución de los recursos y del poder. Los asentamientos precarios son un síntoma de *procesos inequitativos* de desarrollo que no pueden enfrentarse solo a nivel local, sino dentro del marco de políticas apropiadas de desarrollo a nivel nacional y provincial.

Ubicadas en áreas inicialmente descartadas por la lógica del crecimiento urbano, los asentamientos precarios tienen, desde su mismo origen, deficiencias estructurales que empeoran con su crecimiento. En efecto, generalmente el acceso a los asentamientos precarios es deficiente, ya que carecen de vías pavimentadas o mejoradas; la iluminación pública es deficiente, dificultando por ello la recolección de los residuos, el acceso de ambulancias y condiciones mínimas de seguridad para sus habitantes. Frecuentemente estas áreas no cuentan con el servicio de *recolección de residuos sólidos* y como consecuencia sus habitantes arrojan los residuos a cielo abierto, en áreas baldías, canales, lagos, ríos y/o a lo largo de las carreteras, con los efectos negativos que ello trae aparejado (por ejemplo, *inundaciones* o desbordes de los lechos de los cursos de agua debido al impedimento del escurrimiento natural). Sumado a ello, también está presente la *contaminación atmosférica* por gases y partículas debido a las emanaciones que se liberan durante la quema de dichos residuos.

Los *cursos de agua superficial* que escurren en las cercanías de los asentamientos, generalmente se transforman en áreas de aguas estancas y contaminadas debido al vuelco directo de efluentes domiciliarios y cloacales, constituyendo focos de infección y propagación de enfermedades.

Debido a la escasez de *agua potable*, con frecuencia la población se ve forzada a consumir agua en cantidad insuficiente o de calidad inadecuada. Este último caso, podría deberse a que las perforaciones de captación del agua no

⁵² Algunos conceptos que se mencionan en esta sección fueron tomados de Di Pace, María y Adriana Allen, *La problemática ambiental urbana*, Material de apoyo para el curso de la asignatura Ecología Urbana (Manual 2), Documento del Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, San Miguel, p. 71.

son realizadas a niveles profundos (de mayor costo), por lo que el agua que ingieren proviene del acuífero somero. Además, al no poseer una cobertura de red cloacal, los pozos ciegos generalmente mal contruidos, sin cámaras sépticas y/o localizados a muy poca distancia del pozo de agua, percolan los productos de la descomposición de las excretas desde el lugar de la deposición hacia la boca de captación de agua.

A pesar de todas estas deficiencias y como una paradoja cruel, vivir en estos asentamientos precarios es comparativamente más caro que en otras áreas mejor equipadas. Así, por ejemplo, el costo del gas envasado es mayor que el del gas natural.

El principal problema de los habitantes de los asentamientos precarios es sin lugar a duda la pobreza, que impone no solo condiciones del hábitat deficitarias, sino también inestabilidad laboral, reducida o nula capacidad de ahorro, exclusión del sistema de bienestar social, en síntesis exclusión de la ciudadanía.

La pobreza también brinda condiciones irregulares de tenencia de la tierra y la vivienda, por lo cual los habitantes de estos asentamientos quedan generalmente excluidos del sistema de servicios sociales e infraestructura. La inseguridad de las condiciones de ocupación de la tierra hace que los habitantes de asentamientos precarios no introduzcan mejoras sustantivas en la vivienda y el asentamiento frente al temor de su posible desalojo.

De esta manera, los asentamientos precarios se transforman en polos concentradores de gran parte de los problemas ambientales urbanos, que impactan en la vida cotidiana de sus habitantes, aumentando así su vulnerabilidad social. A profundizar de esta problemática, se dedica el Capítulo 6.

Actualmente muchos países y agencias internacionales apuestan a la “eficiencia de recursos” para mitigar los problemas descritos en este capítulo. Este enfoque apela al empleo de tecnologías y técnicas de manejo innovadoras, en pos de reducir la demanda y los costos de energía, agua y materiales dentro de las comunidades. Si bien los términos eficiencia y conservación a menudo se usan indistintamente, es importante marcar sus diferencias. Eficiencia significa obtener el mismo servicio o uno mejor usando menos recursos, mientras que conservación apunta simplemente a usar menos y reducir así el derroche; sin eficiencia, conservación generalmente implica una reducción en el nivel de servicio.

La idea de “hacer con menos” para atenuar nuestro impacto ambiental, parece bien razonable. Estamos rodeados de ejemplos: lámparas de bajo consumo, descargas de agua en inodoros diferenciadas, empleo de aguas servidas para determinados usos, etc. Se observa un consenso social cada vez más amplio para

desterrar tecnologías obsoletas, máxime cuando ya contamos con soluciones tecnológicas más eficientes e incluso más baratas.

Pero... no todo es tan lineal... aumentar la eficiencia no significa (necesariamente) reducir el uso de los recursos naturales. Diversos autores defienden la idea que *el propio aumento de la eficiencia en el uso de un recurso puede contribuir al aumento de su consumo global*.⁵³

Así nos enfrentamos a la observación empírica de Jevons, quien ya en 1865⁵⁴ sugirió que el aumento de la eficiencia de la energía podría provocar el efecto contrario, esto es un aumento del consumo, porque permitiría una mayor tasa de explotación de los recursos.⁵⁵

Así, la “Paradoja de Jevons” ha persistido desde entonces reapareciendo en diversas formas, por ejemplo: ¿La propagación de equipos “amigables con el ambiente” en el mundo se produce porque son más eficientes o porque son dispositivos necesarios?

Pareciera ser que “el que gasta con eficiencia ahorra”... antes de la “moda de eficiencia” la utilización de un vehículo era considerada un incremento en el consumo, pero ahora si la misma actividad se desarrolla con una tecnología eficiente ¡produce ahorros!, esto nos lleva directamente a la conclusión: ¡Para ahorrar hay que gastar!

El debate indica que debe haber un estudio más profundo de lo que la eficiencia podría hacer si se implementa en todo el sistema. En realidad esto nos lleva a responder: “¿Eficiencia para qué?”

Está claro que no debemos renunciar a la promoción de la eficiencia ante la perspectiva de que su incremento dispare el consumo de recursos. Tenemos a favor que contamos, como se mencionara anteriormente, con la elevada aceptación social, cuestión que facilita la aplicación de nuevas políticas orientadas a reducir el consumo de recursos o la producción de residuos. Sin embargo, lo que se quiere transmitir aquí es que debemos poner atención a los efectos globales

⁵³ Ver una revisión de argumentos, para el caso de la energía, en Herring, Horace (1998), *Does Energy Efficiency Save Energy: The Implications of accepting the Khazzoom-Brookes Postulate*, The Open University.

⁵⁴ The Coal Question.

⁵⁵ Su trabajo revelaba que en Escocia la reducción a menos de una tercera parte del carbón consumido para producir una tonelada de hierro, fue seguida por un aumento espectacular del consumo total, que se multiplicó por 10 entre 1830 y 1863. Esto sin considerar el efecto indirecto que tuvo un hierro más barato acelerando otras ramas de la industria consumidoras de carbón. Este hecho llevó a Jevons a afirmar: “es erróneo suponer que hacer un uso económico del combustible equivale a disminuir su consumo”.

de los cambios que se pretenden, evitando que el aumento de la eficiencia se convierta en un incentivo al consumo. Debemos apelar al sentido lógico del “ahorro”, reconociendo que podemos ahorrar haciendo (de otra manera) pero también no haciendo (o, incluso, deshaciendo). Sólo así evitaremos el sinsentido de ir de *shopping* un fin de semana, desplazándonos esos varios kilómetros de distancia en automóviles híbridos para luchar contra el cambio climático.

Bibliografía del capítulo 9

1. Conceptualización y caracterización de los problemas ambientales

DI PACE, M. y A. ALLEN (1996), *La problemática ambiental urbana. Material de apoyo para el curso de la asignatura Ecología Urbana* (Manual 2), Documento del Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.

DI PACE, M. y E. REESE (1999), *Diagnóstico preliminar ambiental del Municipio de Malvinas Argentinas*, Programa de Desarrollo Local, Manual de Gestión nº 2, Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.

FERNÁNDEZ, M. A. (1996), *Ciudades en riesgo*, Red de estudio sociales en prevención de desastres en América Latina.

INDEC (2010), *Instituto Nacional de Estadística y Censos, Censo Nacional de Población y Vivienda*.

TOLEDO, V. M. y M. GONZÁLEZ DE MOLINA (2010), Pre-Capítulo 2, *Metabolismos, Naturaleza e Historia: hacia una teoría socio-ecológica del cambio histórico*, en prensa.

2. Problemas ambientales urbanos asociados con el recurso hídrico

CRAIG, J., D. VAUGHAM y B. SKINNER (1996), *Resources of the Earth*, Editorial Prentice Hall, New Jersey.

BROOKS D. (2005), *Beyond greater efficiency: the concept of water soft paths*, Canadian Water Journal 30 (1):1-10.

FERNÁNDEZ CIRELLI, A. (1998), *Problemática Regional: Enfoques y perspectivas en el aprovechamiento de recursos hídricos*, EUDEBA, Buenos Aires.

GLEICK, P. (2002), *Soft water paths*, Nature 418:373.

_____ (2003), *Global freshwater resources: Soft-path solutions for the 21st-century*, Science 302(28): 1524-1528.

- HARDOY, J. E. y D. SATTERTHWAITE (1991), “Medio ambiente urbano y condiciones de vida en América Latina. Su impacto sobre la salud”, en *Medio Ambiente y Urbanización* N° 36, IIED-AL, Buenos Aires.
- HERRERO, A. C. (2005), “Problemáticas ambientales urbanas”, en *Ecología de la ciudad*, Editorial Prometeo-UNGS.
- _____ (2006), *Desarrollo metodológico para el análisis del riesgo hídrico poblacional humano en cuencas perirurbanas. Caso de estudio: Arroyo Las Catonas, Región Metropolitana de Buenos Aires*, Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1^{er} t., pp. 1–170, (2 t.), Buenos Aires, mimeo.
- _____ (2011), “Generalidades del recurso hídrico”, en *El agua en Argentina*, Editorial Kaicron, en prensa.
- HERRERO, A. C., D. CAPRILE, P. FLORES y J. TAPIA (2010), *Ecocartilla: Talleres de concientización – Generación de Residuos Sólidos Urbanos en los Hogares*, AESA, Ezeiza.
- HIRATA, R. y A. REBOUÇAS (1999), *La protección de los recursos hídricos subterráneos: una visión integrada, basada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos*, Geol. Mineiro, n° 110 (4).
- MARGALEF, R. (1983), *Limnología*, Omega, Barcelona.
- PENGUE, W. (2006), *Agua virtual, agronegocio sojero y cuestiones económico ambientales futuras*,
<http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Agua/Agua_virtual_agro-negocio_sojero_y_cuestiones_economico_ambientales_futuras>[27/11/06].
- SHIKLOMANOV, I. (1999), *World water resources and their use a joint State Hydrological Institute, (SHI)/UNESCO*, St. Petersburg.
- WOLFE, G. y P. GLEICK (2002), *The soft path for water*, in *The World's Water 2002–2003*, Washington D.C.

3. Problemas ambientales urbanos asociados con la generación de residuos sólidos

- GOTAAS, H. (1956), *Compositing: sanitary disposal and reclamation of organic wastes*, World Health Organization, Geneva.
- TCHOBANOGLIOUS, G., H. THEISEN y S. VIGIL (1994), *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, volumen I, Mac Graw Hill, Washington.
<<http://ceamse.gov.ar/>> [20-08-2011].

<<http://jmarcano.topcities.com/beginner/atmosfera3.html>> [01-09-2011].

<<http://www.grida.no>> [10-09-2011].

<<http://www.worldwater.org>> [20-08-2011].

4. Problemas ambientales urbanos asociados con el recurso aire

BENÍTEZ, L. M. (2005), *Espectro electromagnético y mediciones de las radiaciones correspondientes*, GNU Free Documentation License.

ELSOM, D. (1990), *La contaminación atmosférica*, Cátedra, Madrid.

<<http://www.naturalezaycontaminacion>> [20-08-2011].

STRAUSS, W. y T. MAINWARING (1990), *Contaminación del aire. Causas, efectos y soluciones*, Trillas, México.

WARNER, P. (1981), *Análisis de los contaminantes del aire*, Paraninfo, Madrid.

<<http://www.atmosfera.cl>> <http://www.atmosfera.cl>

5. Problemas ambientales urbanos asociados con el recurso suelo

PENGUE, W. (2009), *Fundamentos de Economía Ecológica*, Ediciones Kaicron, Buenos Aires.

RODRÍGUEZ CHAPARRO, J. (2002), *Principios generales de edafología*, CEDEX. Madrid.

6. Pobreza: polo concentrador de los problemas ambientales urbanos

DI PACE, M. y A. ALLEN (1996), *La problemática ambiental urbana*, Material de apoyo para el curso de la asignatura Ecología Urbana (Manual 2), Documento del Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.

Capítulo 10

Política y gestión ambiental

Fernando Isuani

Introducción

En el desarrollo de la política ambiental, tanto a nivel nacional como provincial, ha sido clara la incidencia de un conjunto de acuerdos internacionales: Estocolmo 1972, Mar del Plata 77, Rio 1992, entre otros. Estos han ido impulsando una serie de principios y aspiraciones, que progresivamente han impregnando a la normativa y a las estructuras de gestión local en la materia. Pero existe cierto acuerdo acerca de que los resultados que arroja la política ambiental no logran satisfacer las metas y aspiraciones contenidas en innumerables leyes, acuerdos y tratados.

Frente a tal situación, tenemos el desafío de encontrar respuestas que permitan reducir la distancia entre las buenas intenciones y los malos resultados. En este sentido, las políticas públicas ambientales se convierten en un objeto de estudio privilegiado, cuyo análisis puede arrojar conocimiento que contribuya al logro de mayores niveles de eficacia en el tratamiento de la variedad de problemas ambientales que afectan a amplios sectores de la sociedad.

El estudio de las políticas públicas ambientales tiene potencial para echar luz sobre el tipo de decisiones y prácticas estatales –y no estatales– con las que se procura prevenir, reducir o solucionar los problemas ambientales. Este conocimiento es útil para comprender, entre otros aspectos, cómo se definen los problemas ambientales, cómo se elabora la política ambiental, y quién y cómo

toma las decisiones y las lleva a cabo. Asimismo, permite conocer los resultados e impactos que genera sobre las condiciones de vida de la población.

Debemos considerar que, en términos generales, y más allá de la razón que le dé origen, las políticas públicas expresan la voluntad del Estado de incidir en determinados campo de problemas (salud, educación, seguridad, ambiente, etc.). Pero para que no queden en una mera declaración retórica, ellas requieren de un conjunto de instrumentos con los que hacer viable y efectiva las intervenciones destinadas a prevenir, morigerar o solucionar los problemas que afectan a la sociedad.

Ciertamente, no alcanza con las declaraciones de buena voluntad de los gobiernos (nacional, provincial y/o municipal) o la adhesión a tratados o principios internacionales que expresen la preocupación por los temas ambientales. Es necesario dotar al Estado de aquellos instrumentos de política con los cuales hacer frente de manera efectiva a los diversos problemas y reclamos ambientales que la sociedad plantea.

Por *instrumentos de política* hacemos referencia a aquellos medios o condiciones básicas y estratégicas, sin los cuales el Estado renuncia a la posibilidad de resolver los problemas que afectan a la sociedad. Hablamos de tres tipos de instrumentos, a saber: *dispositivo normativo* que estructure y oriente sus actividades, *dispositivo de gestión* que las sostenga y concrete, y *recursos* básicos que las tornen viables.

Entendemos que el enfoque de *instrumentos de política* constituye un marco referencial productivo para analizar la intervención estatal frente a diversos campos de problemas, en este caso, asociados a la cuestión ambiental (contaminación industrial, residuos urbanos, contaminación de los cursos de agua superficial y subterránea, erosión del suelo, inundaciones, entre otros).

Este trabajo tiene por propósito presentar el enfoque de instrumentos de política de manera de estimular su uso para el estudio de la política pública ambiental. Para ejemplificar su potencial, tomaremos a la política y gestión del agua en la provincia de Buenos Aires, identificando sus rasgos y problemas centrales. Luego presentaremos los principales aspectos del enfoque de instrumentos de política, en tanto herramienta teórica y metodológica útil para el estudio de políticas públicas.

10.1. Política y gestión del agua: consideraciones generales

Debemos considerar que el agua, como señala Jouravlev,¹ tiene una serie de características particulares que la diferencian del resto de los recursos naturales.

¹ Cfr Jouravlev, Andrei (2003), *Los municipios y la gestión de los recursos hídricos*, Report 14070-AR., Washington.

En ese sentido, el autor destaca las siguientes: a) *movilidad e incertidumbre*, atributos que dificultan el establecimiento, definición y aplicación de los derechos de propiedad; b) *economía de escala*, particularmente en su almacenamiento, transporte y distribución; c) *diversidad de usos*, muchos de los cuales son generadores de rivalidad entre los usuarios (por ejemplo, el riego, el consumo humano o el uso industrial); d) *interdependencia general de los usuarios*, debido a que el agua es captada para su aprovechamiento en un punto y devuelta en otro en un tiempo diferente y con la calidad alterada; e) *naturaleza unidireccional y asimétrica de las interrelaciones e interdependencia entre los usos y usuarios de agua en un sistema hídrico integrado*, hecho que condiciona las posibilidades de lograr un uso económicamente óptimo, socialmente justo, y ambientalmente sustentable solo partir de la negociación entre usuarios privados.

Esas características, destaca el mencionado autor, han llevado a que en la mayoría de los países del mundo el agua sea considerada como un bien de dominio público del Estado, sobre el que se concede derecho de uso a los particulares.

Si bien no existe consenso respecto de lo que debe entenderse por “política del agua”, Fox² establece que puede caracterizarse por tres aspectos vinculados al manejo y uso del recurso dentro de una determinada sociedad: las reglas básicas, los principios de organización y los procedimientos fundamentales.

Esos aspectos implican posibilidades concretas de cumplir con un conjunto de funciones sustantivas que constituyen el corazón de una política del agua. Siguiendo a Jouravlev,³ entre estas funciones se pueden mencionar: la aplicación de la legislación respectiva, la asignación del agua (es decir, la definición de las condiciones de acceso al recurso: otorgamiento de permisos, autorizaciones, concesiones, derechos u otros instrumentos de uso y aprovechamiento), el control de la contaminación, la identificación, evaluación y monitoreo del recurso

² Irving Fox no define estas características, pero brinda algunos ejemplos que permiten su comprensión. Las reglas básicas pueden referirse a temas como la asignación de derechos de agua y de prioridades de uso. Un ejemplo de principios de organización sería que a nivel de cada cuenca se tendrá un solo organismo, formado conjuntamente por los usuarios y el Estado, con determinadas atribuciones y autonomía. Es decir, que como parte de la formulación de políticas, hay que considerar cómo se va a organizar el sistema de gestión para aplicarlas. Los procedimientos fundamentales se refieren a los medios y pasos con que se ejecutarán las acciones. Por ejemplo, estipular que para otorgar derechos de agua se debe probar previamente que existe el recurso, que no hay conflictos de uso con otros usuarios, y que se utilizará con un determinado fin, y dentro de un plazo determinado. Fox, Irving (1970), “Problemas de política hídrica”, en *Recursos hídricos*, vol. 1, n° 3, Buenos Aires. Citado en <[http://www.atl.org.mx/files/Pol%C3%83%C2%ADticas%20de%20gesti%C3%83%C2%B3n\(1\).pdf](http://www.atl.org.mx/files/Pol%C3%83%C2%ADticas%20de%20gesti%C3%83%C2%B3n(1).pdf)>

³ Cfr. Jouravlev, Andrei, *op. cit.*, supra, nota 1.

(el inventario, registro y catastro de usos y usuarios y la fiscalización de los aprovechamientos), la elaboración de planes de recursos hídricos, la evaluación de proyectos y aprobación de obras y la administración de conflictos eventuales vinculados al uso del agua.

10.2. La situación en la provincia de Buenos Aires

La provincia de Buenos Aires, con más 300.000 km², y más de 15 millones de habitantes, posee amplios territorios que históricamente han sufrido los efectos de fuertes períodos de excesos hídricos alternados con otros de sequía. A esta situación de alta vulnerabilidad asociada al riesgo climático, se le suma un conjunto de problemáticas ambientales, como la degradación del suelo y del agua, la urbanización no planificada, la contaminación de origen industrial de los recursos hídricos, y el creciente agotamiento de los acuíferos del Gran Buenos Aires.

Por su parte, la diversidad de usos a los que están sometido los recursos suelo y agua (en este caso, tanto superficial como subterránea) involucra a un conjunto amplio y diverso de actores que tienen distintos grados de participación, tanto en las causas de los problemas ambientales mencionados, como en los intentos por evitarlos o revertirlos. Entre esos actores, aparece el Estado (nacional, provincial y municipal), diversas comunidades, industrias, explotaciones agrícola-ganaderas, empresas de servicios, y Organizaciones No Gubernamentales (ONG).

Todos constituyen un conglomerado que incide en las posibilidades reales de lograr la sustentabilidad⁴ del recurso hídrico, dando lugar a un entramado de relaciones en el que se combinan intereses diversos, difusos y contradictorios.

⁴ Los problemas ambientales, que surgen por el modo de producción actual, muestran que las razones de la no sostenibilidad deben buscarse más en los intereses de los sujetos sociales involucrados y en la naturaleza de la dinámica social, que en el funcionamiento de la propia naturaleza. Estas observaciones plantean la discusión no resuelta del desarrollo sostenible. Son numerosos los intentos por definir más concretamente la sostenibilidad, aunque ellos han demostrado la imposibilidad de dar una definición universal. Políticos, economistas y organismos internacionales han utilizado y utilizan este término con las contradicciones y la imprecisión que conlleva. Cfr. Bocero, S. y C. Natenzon (2007), "La dimensión ambiental del territorio en América Latina: aportes para su discusión", en Fernández Caso, M. V. y R. Gurevich (coords.) (2007), *Geografía. Nuevos temas, nuevas preguntas*, Biblos, Buenos Aires.

En ese marco, el Estado provincial –principal responsable de los recursos naturales–⁵ ha exhibido una política del agua con un bajo nivel de efectividad para enfrentar el conjunto de problemas sociales relacionados con ese recurso.

Hasta la década de 1990, el Estado provincial regulaba la disponibilidad, calidad y aprovechamiento del agua con un *marco normativo* que se presentaba fragmentario, parcial y disperso, con normas muchas veces superpuestas, y hasta contradictorias. Además, contaba con un *esquema de gestión* que se evidenciaba fuertemente fragmentado y atravesado por un marcado proceso de insularidad burocrática. Todo ello ayudaba a explicar la debilidad estatal para enfrentar los problemas relacionados con el agua que, lejos de resolverse, profundizaban sus efectos negativos.

Con el objeto de dotar al Estado de un régimen legal unificado, que actuara como marco regulatorio de la política provincial en materia de agua, y orientara los planes de gobierno en la adecuada preservación, conservación y manejo del recurso, el Poder Legislativo provincial sancionó en 1999 un Código de Aguas. Dicha norma promovía un cambio fundamental en el *esquema de gestión* existente hasta ese momento, disponiendo la creación de una Autoridad del Agua a nivel provincial, destinada a constituirse en un organismo rector con atribuciones para orientar y coordinar la política hídrica en todo el territorio. Asimismo, incluyó la figura de los Comités de Cuenca como espacios de participación de los actores locales.

Al ser una de las pocas provincias argentinas que no contaba con una norma de ese tipo, el Código de Aguas representó para Buenos Aires la concreción de una vieja aspiración, cuyo primer intento se remonta al año 1934.

Sancionar el Código de Aguas generó una clara oportunidad para que el Estado provincial pudiera ordenar y fortalecer su marco normativo en la materia, y para que el Poder Ejecutivo pudiera disponer de un *esquema de gestión* con el cual promover una visión integral del recurso, y generar mayores niveles de articulación y coordinación entre las organizaciones burocráticas involucradas en el tema.

Con el Código se aspiraba a dejar atrás la marcada falta de articulación interinstitucional, la deficiencia en el intercambio de comunicación e información, las dificultades generadas por la superposición de funciones, e incluso el problema de la dilución de responsabilidades. Con la nueva norma se esperaba superar esta situación, ya que el Estado ganaría en capacidad para formular e

⁵ En el artículo 124 de la Constitución Nacional incluye a los recursos naturales en el dominio de la provincia.

implementar una política del agua con la cual enfrentar de manera integral las problemáticas asociadas al recurso.

Sin embargo, pese a que en 1999 se logró la sanción del Código de Aguas, y en el año 2000 se creó la Autoridad de Agua provincial, transcurrida una década es posible afirmar que el Estado provincial sigue exhibiendo una política y gestión del agua igualmente fragmentaria y desarticulada, lo que deriva en una baja efectividad a la hora de resolver los problemas asociados con el agua.

En la actualidad, la política del agua provincial se encuentra enmarcada en una clara debilidad estatal para asegurar derechos ciudadanos en materia de acceso y uso del recurso.⁶ Ello se ve reflejado en diversas situaciones. Así, por ejemplo, la zona más castigada por la falta de agua potable en el Gran Buenos Aires (GBA) es el Oeste,⁷ donde el 40,8% de la población carece del servicio. Por su parte, el 62,5% de quienes habitan en la Zona Sur⁸ del GBA no tiene acceso a un sistema de saneamiento adecuado.⁹ Según el censo 2001, el acceso a agua corriente y a cloacas es muy dispar entre los municipios, incluso entre los que se encuentran dentro de una misma zona: en la Zona Norte, Vicente López cuenta con un 100% de los hogares con agua corriente y un 98% con cloacas, en tanto que en Malvinas Argentinas los porcentajes descienden a 9% y al 3%, respectivamente.¹⁰

A su vez, se observa un serio compromiso en los cursos de agua más críticos de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), tanto superficial como subterránea. En este sentido, existe información clara respecto de que la contaminación hídrica de las cuencas de la RMBA comporta una clara amenaza para la salud y calidad de vida de la población. En este aspecto, el bajo nivel de

⁶ La definición de la Corte Suprema de Justicia que exigió a los Estados nacional, de la ciudad de Buenos Aires y de la provincia de Buenos Aires dar respuestas en el caso de la cuenca Matanza-Riachuelo, constituye, a nuestro juicio, un ejemplo paradigmático de esta debilidad estatal.

⁷ Integrada por los municipios de Hurlingham, Ituzaingó, La Matanza, Merlo, Moreno, Morón y Tres de Febrero (Prov. de Buenos Aires).

⁸ Integrada por los municipios de Alt. Brown, Avellaneda, Berazategui, Esteban Echeverría, Ezeiza, Florencio Varela, Lanús, Lomas de Zamora y Quilmes (Prov. de Buenos Aires).

⁹ Información obtenida en: "El agua. Un recurso natural y un derecho humano" (2005), en revista *La Gran Ciudad*, n° 05, Fundación Metropolitana, Argentina.

¹⁰ Con relación a la población rural, si bien se trata de un pequeño porcentaje (apenas el 3,6% de la población total de la provincia de Buenos Aires según datos del Censo 2001), se encuentra expuesta a un elevado riesgo debido a la "falta de sistemas adecuados de captación de aguas, la cercanía con los corrales de animales, la construcción no planificada de letrinas, la falta de cobertura sanitaria". Viñales, J. y S. Cicchitti (2008), "Agua segura para el campo", en *Revista Hydra*, n° 16, año 4.

cobertura de los servicios de infraestructura sanitaria (agua potable y cloacas) constituye uno de las razones por las cuales la población que en ellas habita se encuentra expuesta al riesgo de contraer enfermedades consideradas “hídricas”.¹¹

Por su parte, el aumento poblacional e industrial de las últimas décadas, acompañado por la ausencia de planificación de la urbanización y de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, han deteriorado progresivamente la calidad del recurso hídrico subterráneo. En las áreas urbanas, las principales fuentes de contaminación del agua subterránea son los basurales a cielo abierto, averías en cañerías cloacales, percolación desde los pozos ciegos, reinyección de efluentes industriales a los acuíferos, etcétera.¹²

Box 10.1. Situación en la Región Metropolitana

Herrero y Fernández señalan que “en toda la extensión de la RMBA el paisaje natural se encuentra seriamente afectado por la acción antrópica. La morfología de la Región se halla fuertemente enmascarada y en gran parte modificada por la gran urbanización, alternando las redes originales de drenaje con la canalización y entubamiento de los cursos de agua. Estas alteraciones han modificado sustancialmente el funcionamiento natural de las cuencas hidrológicas. Se destacan los efectos derivados de la ocupación de áreas ribereñas a ríos y arroyos y los producidos por la fuerte expansión urbana. Son importantes los problemas derivados del ascenso del agua freática, resultante de: la combinación de la extensión de las redes de agua proveniente del Río de la Plata, la eliminación del bombeo de perforaciones que contribuían a las redes de abastecimiento de agua potable, el escaso

¹¹ Como señala Merlinsky, G.: “La situación es grave porque la falta de servicio sanitario está emparentado con la transmisión de nueve enfermedades –consideradas ‘hídricas’–: fiebres entéricas, amibiasis, hepatitis infecciosa, cólera y poliomielitis, arsenismo, osteoporosis fluórica, fluorosis dental y metahemoglobinemia. Durante 2004 la hepatitis A afectó a 61.845 personas en todo el país. En ese entonces, un estudio de la Sociedad Argentina de Pediatría alertó que un brote de la enfermedad está latente especialmente en el Conurbano ‘debido a las condiciones sanitarias en las que vive una gran cantidad de niños, especialmente por la deficiente calidad de los desagües cloacales y del servicio de agua para su consumo. La solución efectiva a las causas del contagio consiste en asegurar la provisión de un adecuado sistema de agua y cloacas” (2011: 288).

¹² Cfr. Herrero, Ana Carolina y Leonardo Fernández (2008), *De los ríos no me río*, TEMAS, Buenos Aires.

desarrollo de las redes cloacales y las características geológicas regionales. Estos aspectos se han tornado más evidentes en la última década como resultado del desequilibrado desarrollo de los servicios de agua potable y de alcantarillado cloacal. Entre los problemas que provoca un nivel freático alto se destacan: el anegamiento de las construcciones subsuperficiales, problemas en la evacuación de excretas domiciliarias, colmatación continua de los pozos absorbentes, subpresión sobre las estructuras de las construcciones, agresión de aguas salinas sobre las construcciones, deterioro de las obras de infraestructura urbana y riesgos de la población en lo que respecta al aumento de la probabilidad de contraer enfermedades de origen hídrico (cólera, hepatitis A, diarrea, parasitosis, meningitis, etc.).”

Fuente: Herrero, Ana Carolina y Leonardo Fernández (2008), *De los ríos no me río*, TEMAS, Buenos Aires, p. 7.

De esta manera, los acuíferos de esta región (el Pampeano y el Puelche), aunque en diversas medidas, están comprometidos centralmente “por la presencia de contaminantes orgánicos, como los nitratos y la especie bacteriana *Escherichia Coli*, indicativos de contaminación fecal. Esta situación afecta en mayor medida a los grupos sociales pobres debido a que el agua para consumo es captada del acuífero libre Pampeano, el más somero y contaminado por el contacto directo que tiene con los pozos ciegos”.¹³

Con respecto a la contaminación de las aguas superficiales del Matanza-Riachuelo, Merlinsky señala que “se trata de una de las cuencas que integra el penoso ranking de los ríos más contaminados del mundo, con niveles de concentración de contaminantes orgánicos que van en aumento hacia su desembocadura en el Río de la Plata. Un estudio reciente sobre la calidad de aguas del Matanza-Riachuelo señala que el alto grado de contaminación actual del curso, lo condena a padecer un estado anóxico, en condiciones hidrológicas normales y sobre la mayor parte de su recorrido. Esto significa que el curso no permite el desarrollo de la vida acuática ni siquiera en sus formas más elementales, al tiempo que su nivel de contaminación lo hace equivalente a un efluente cloacal”.¹⁴

¹³ Herrero, Ana Carolina y Leonardo Fernández, *op. cit.*, supra, nota 12, p. 69.

¹⁴ Merlinsky, Gabriela (2011), “El plan integral de saneamiento ambiental de la Cuenca Matanza-Riachuelo. Desafíos políticos para la gestión integrada de los recursos hídricos en la Región

En relación a la cuenca del Reconquista, la información disponible no hace más que confirmar lo crítico de su situación. Según destaca el informe del Defensor del Pueblo de la Nación,¹⁵ el promedio de la población que se encuentra con necesidades básicas insatisfechas es de medio millón de personas, con el agravante de que esa población vive en asentamientos precarios ubicados mayormente en zonas bajas o inundables. El informe sostiene que el 40% de la población de la cuenca no tiene agua potable de red y el 63% no tiene servicio de cloacas, por lo que un alto porcentaje de afluentes cloacales no tiene tratamiento alguno y se vuelca crudo al sistema hídrico. Además, el informe señala que la mayoría de las más de 12.000 industrias vuelcan sus efluentes sin un tratamiento adecuado.

Esta situación tiene un impacto negativo sobre la salud de la población que se ubica en la cuenca. En este sentido, la Defensoría de la Nación sostiene que las sustancias tóxicas encontradas (compuestos de nitrógeno, pesticidas, metales pesados, entre otros) —que se corresponden con las actividades económicas asentadas en la cuenca— poseen efectos carcinogénicos, mutagénicos, teratogénicos, embriotóxicos, son persistentes en el ambiente y pueden ser absorbidos por el cuerpo por inhalación, ingesta o contacto. Adicionalmente, agrega el informe, la baja cobertura de servicio sanitario y la presencia de basurales no controlados importan un alto riesgo de contaminación bacteriana, y las consiguientes enfermedades de transmisión hídrica (diarreas y hepatitis, entre otras).

El informe de la Defensoría señala que estos problemas no se deben a la ausencia de normas —que existen hace años y son muy válidas—, sino más bien a la falta de cumplimiento, tanto de los actores obligados como de las autoridades públicas que deben garantizar su aplicación. En este sentido, se ha generado una ausencia de control efectivo sobre las actividades contaminantes y la falta de participación por parte de los gobiernos locales.

Hasta aquí, hemos realizado una breve reseña de las principales características de la política y la gestión del agua en la provincia de Buenos Aires y de los problemas más dramáticos que interpelan la capacidad de intervención estatal para enfrentarlos. Es momento entonces de preguntarnos: ¿Por qué la política y gestión de agua en la provincia evidencia una marcada debilidad a la hora de prevenir, reducir o solucionar los problemas que el recurso genera?,

Metropolitana de Buenos Aires”, en Isuani, F. (ed.), *Políticas Públicas y Gestión del Agua. Aportes para un debate necesario*, UNGS/Prometeo, pp. 262-263.

¹⁵ Nos referimos al Informe Especial Cuenca del Río Reconquista (Provincia de Buenos Aires-Argentina), elaborado en el 2006.

¿cómo comprender los resultados exhibidos?, ¿disponemos de algún abordaje teórico-metodológico que nos ayude a analizar e identificar los factores que explican esta situación?

A continuación presentamos el enfoque de instrumentos de política, destacando sus principales componentes.

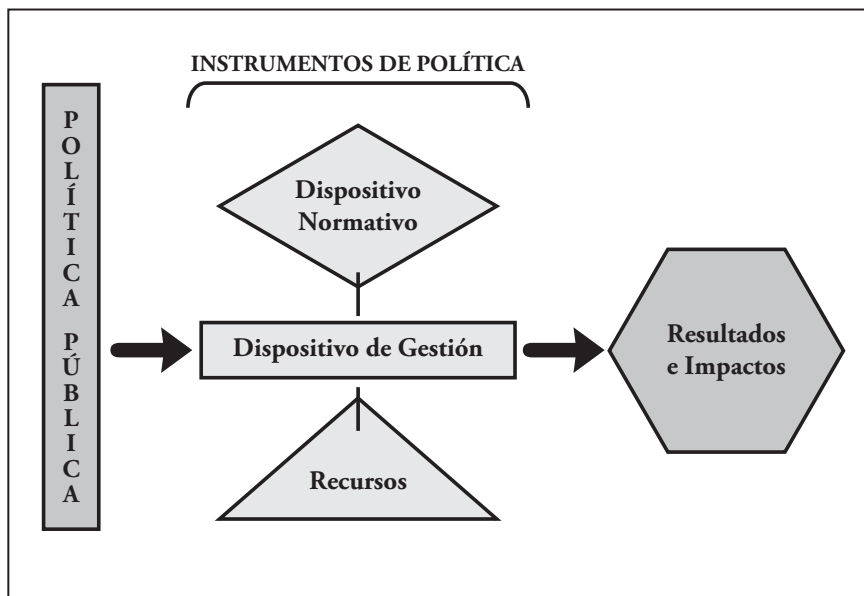
10.3. Instrumentos de políticas públicas: un marco referencial

Sin dejar de reconocer la utilidad que pueden brindarnos los abordajes de tipo macro para el estudio de las políticas ambientales, esto es, analizarlas a partir de estudiar su relación con el sistema político o con el modelo de desarrollo imperante en el país, o los abordajes de tipo micro, por ejemplo, analizar la forma en que se define un determinado problema ambiental o la manera en la que la política ambiental es implementada, entendemos que una estrategia alternativa es aquella que se ubica en un nivel meso, que procura analizar los instrumentos de política con los que cuenta el Estado para enfrentar los problemas ambientales.

Dicha estrategia parte de asumir que la actividad principal del Estado es la formulación e implementación de políticas; resulta crítico que él disponga de aquellos instrumentos que, en cantidad y calidad, le permitan brindar soluciones a los problemas sociales.

Hemos señalado que reivindicamos el término “instrumentos de política” para hacer referencia a aquellos medios o condiciones básicas y estratégicas sin los cuales el Estado renuncia a la posibilidad de concretar los objetivos propuestos y, por lo tanto, a resolver los problemas sociales que enfrenta. En este sentido, esos instrumentos o condiciones necesarias pueden ser agrupados en tres tipos: un *dispositivo normativo* que estructure y oriente sus actividades, un *dispositivo de gestión* que las sostenga y concrete, y un conjunto de *recursos* básicos que las tornen viables.¹⁶

¹⁶ Seguimos aquí, aunque con alguna variación, el esquema utilizado por F. Sagasti y A. Aráoz, “Estudio de los instrumentos de política científica y tecnológica en países con menor Desarrollo”, en *Estudios sobre el desarrollo científico y tecnológico*, n° 27, Programa Regional de Desarrollo Científico Tecnológicos, Departamento de Asuntos científicos, Secretaría Gral. de la Organización de Estados Americanos, Washington, D.C.

Figura 10.1. Instrumentos de política

Fuente: Elaboración propia.

10.4. Dispositivo normativo

Por *dispositivo normativo* (DN) nos referimos al conjunto de leyes, decretos y reglamentos que encuadran a una política, definiendo su orientación y alcances, asignando los roles y atribuciones requeridos para su puesta en marcha.

En su formulación, tienen un papel central las organizaciones de gobierno (tanto el Poder Legislativo como el Poder Ejecutivo). Debemos considerar que el sistema político imperante (presidencialista, parlamentario, o las diversas variantes de ambos) no resulta ser menor a la hora de establecer cuál es el papel y el peso que cada uno de ellos tiene en la configuración del DN y, particularmente luego, en el control de su cumplimiento.¹⁷

¹⁷ Cfr. Agustín Ferraro, quien señala que el caso argentino la sanción de las leyes (a cargo del Legislativo) es independiente de su implementación posterior (a cargo de la burocracia que se supone bajo el control del Poder Ejecutivo). Ferraro, A. (2006), "Control parlamentario sobre la implementación de políticas públicas. El (escaso) aporte del congreso a la eficiencia administrativa en América Latina", en *Estado, gobierno, gestión pública, Revista chilena de administración pública*, vol. III, n° 8.

Además del rol que en la configuración del DN pueden jugar los actores estatales, debemos observar también, la participación de aquellos actores no estatales que logran incidir sobre dicha configuración, muchas veces gracias al acceso que las propias organizaciones del Estado les facilitan. Así, en la interacción entre estos actores, el DN se va conformando y asignando, además, autoridad a las diversas instancias organizacionales que se verán involucradas en la implementación de la política, esto es, otorgándoles la legítima pretensión de desempeñar un conjunto de actividades o de resolver cierto tipo de problemas.¹⁸

Al mismo tiempo, debemos tener en cuenta el hecho de que los actores no necesariamente se ajustan a lo establecido por las normas oficiales, generándose, muchas veces, comportamientos que se alejan de lo estipulado por ellas. En este sentido, la no concreción de los mandatos que el DN contiene, puede resultar directamente de la simple resistencia que su aplicación despierta entre los involucrados. Ello conducirá a situaciones de vetos o transgresiones que pongan a dicho dispositivo, o a parte del mismo, en estado de latencia.

De esta manera, podemos señalar que el DN, en tanto continente de las reglas de juego formales que se propone estructurar la implementación de una política determinada, puede constituir solo una pretensión, en tanto está sujeto a las estrategias de los actores y al uso que estos hagan de dichas reglas.

Debemos advertir, además, que el juego de intereses y posiciones diversas que tengan los distintos actores (internos y externos al Estado) involucrados en la configuración del DN, incidirá de manera decisiva en su coherencia y viabilidad en tanto instrumento de política. Así, por ejemplo, no es poco frecuente que cuando la política involucra a diversos niveles del Estado, los valores, intereses y agendas en disputa se convierten en condicionantes potentes que dificultan la puesta en marcha de una política pública y debilitan su posibilidad de concreción. Esto invita a reflexionar sobre el grado de articulación, colaboración y participación que tengan en el DN los diversos niveles y actores involucrados.¹⁹

¹⁸ Cfr. Brown, Michael y Steven Erie (1984), "Poder y Administración: Paradigmas alternativos para el análisis de la autonomía burocrática", en Oszlak, O., *Teoría de la Burocracia Estatal*, Paidós, Buenos Aires.

¹⁹ En ese sentido, y en línea con lo expresado por Robert Stoker, entendemos que el sistema federal de gobierno es un esquema que agrega complejidad al proceso de configuración del DN y condiciona fuertemente sus chances para constituirse en un instrumento que estructure adecuadamente el campo de la política pública. Stoker, R. (1996), "Un marco de análisis para el régimen de implementación: cooperación y reconciliación entre los imperativos federalistas", en Aguilar Villanueva, Luis, *La implementación de las políticas*, Porrúa, México.

10.5. Dispositivo de gestión

Poner en práctica lo establecido en el *dispositivo normativo*, le demanda al Estado contar con un *dispositivo de gestión* (DG) que supone la estructuración de un esquema organizacional con el cual llevar adelante actividades de gestión operativa y de control de gestión²⁰ necesarias para concretar los objetivos oficiales del Estado. Sin dicho dispositivo, o con su inadecuada estructuración, el Estado verá vulnerada su capacidad para alcanzar los resultados esperados en una determinada área de intervención.

Puede asumirse que en un determinado campo de política, el DG se integra con un conjunto de instancias organizativas estatales, aunque podría incluir a organizaciones no estatales, según sea considerado oportuno o necesario. Así también, el DG da cuenta del modo o estilo de acción con el cual el Estado se propone intervenir en la sociedad (centralizado o no, articulado con la sociedad civil o no, adaptativo o no a los cambios contextuales).

La existencia de múltiples actores organizacionales genera una tendencia a la fragmentación del DG, lo que pone en discusión el tema de la coordinación. Según Mintzberg,²¹ la coordinación da lugar a la existencia e implementación de diversos mecanismos²² “aglutinantes”. Las formas que adquieren son diversas y dependen de los objetivos y demás atributos que caractericen a la política (alcance, interacción con los beneficiarios, tecnologías empleadas, etc.). Así, por ejemplo, se puede apelar a mecanismos de supervisión, instancias de coordinación interinstitucional, mesas de gestión compartidas, etcétera.

Importa destacar que la búsqueda de coordinación afectará la discrecionalidad de los involucrados en la política desde el momento que supone el establecimiento de ciertos condicionantes que demandarán ajustar las acciones y decisiones individuales a las del conjunto. Se instalará así una tensión entre quienes procuran aumentar o retener su poder organizacional, y los requerimien-

²⁰ Siguiendo a Juan Carlos Cortázar, por “Gestión Operativa” se entiende al conjunto de acciones que transforman y aplican determinados recursos –capital, materiales, tecnología, habilidades y conocimientos– para generar productos o servicios. En tanto que por “Control de Gestión” se entiende a las acciones de monitoreo de los resultados de las operaciones, mediante las cuales se busca corregir las desviaciones respecto a los estándares establecidos. Cortázar, J.C. (2005), “La implementación de los programas sociales como un proceso estratégico y gerencial”, en *Revista del CLAD, Reforma y Democracia*, n°33.

²¹ Cfr Mintzber, Henry (1993), *La estructuración de las organizaciones*, Ariel, Barcelona.

²² Henry Mintzberg señala cinco mecanismos de coordinación: Ajuste mutuo, Supervisión directa, Normalización de los procesos de trabajo, Normalización de los resultados, Normalización de las habilidades.

tos de integración de esfuerzos que se establecen para reducir la incertidumbre que causa aquel arbitraje. La coordinación procura entonces que los organismos involucrados no operen en la política pública dentro de un estilo puramente autónomo, sino más dentro de esquema integrado y articulado, que dote de efectividad a las respuestas que el Estado pueda brindar frente a los problemas sociales que enfrenta.

10.6. Recursos

Como hemos mencionado anteriormente, para que el Estado pueda alcanzar los objetivos oficiales que se plantea, requiere de un dispositivo normativo que estructure y oriente sus intervenciones, y de un dispositivo de gestión que las sostenga y materialice. Pero para ello resulta indispensable contar con un repertorio de *recursos* críticos que permitan concretar las actividades requeridas.

Es claro que, sin la posibilidad de contar con *recursos*, el DG no podrá ponerse en marcha, y los objetivos oficiales no serán alcanzados. De esta manera, las políticas públicas quedan ubicadas en el nivel de meras iniciativas discursivas, y el Estado expuesto en una impotencia que mella su legitimidad.

En este estudio, entendemos que el Estado pone a prueba sus capacidades en su aptitud para disponer, en cantidad y calidad, de tres tipos de recursos claves: *recursos humanos*, *recursos financieros* y *recursos tecnológicos*.

El Estado cuenta con una dotación de *recursos humanos* con los cuales se propone cumplir con las actividades que pretende desarrollar. En este sentido, se destaca el papel clave que tienen la selección, promoción y desarrollo de los recursos humanos en el proceso de consolidación de una burocracia, de manera que ella pueda constituir un claro soporte de las actividades estatales.

Debemos considerar asimismo, como señala Echebarría, que los recursos humanos del Estado constituyen una de las anclas institucionales para la efectividad del sistema democrático, pero América Latina, ha sido históricamente considerada como una región con Estados grandes, pero débiles, con poca capacidad de respuesta a las necesidades de sus ciudadanos, y buena parte de esa debilidad ha sido asociada a la falta de una burocracia con profesionales estables. En este sentido, señala el autor, la burocracia ha sido tomada como un recurso en manos del poder político y de los intereses corporativos, muy lejano de los rasgos institucionales del modelo que describiera Weber. Esta debilidad, completa, “es

coherente con las patologías de la pesadez e ineficiencia, desproporcionalidad de dotaciones y formalismo e hiperregulación de comportamientos. Detrás de estas disfunciones se sitúa la mezcla de discrecionalidad y captura que caracteriza una situación de sobreburocratización formal e infraburocratización real”.²³

Otro de los recursos que consideramos claves es el *financiero*. Este es un recurso con alto grado de criticidad, toda vez que nos habla de esa “capacidad de fuego”²⁴ con la que cuentan los organismos involucrados en el DG para materializar las acciones que le son requeridas.

Cuando hablamos de financiamiento hacemos referencia tanto al flujo de ingresos endógeno, como al que tiene un carácter exógeno. El primero hace referencia al que proviene de la asignación presupuestaria que año a año realiza el Poder Legislativo.

Por su parte, el financiamiento exógeno se relaciona con el conjunto de recursos financieros al que se puede acceder por préstamos, donaciones, cobro de tasas, aranceles o algún otro medio alternativo al presupuestario.

El análisis de la disponibilidad, el tipo y el flujo de financiamiento en una serie temporal, nos permite revelar la solidez y el grado de importancia que es asignada al dispositivo de gestión construido para la implementación de una política pública.

Por último, entendemos que un recurso que se revela como crítico para el funcionamiento del DG es la *tecnología*, entendida como ese conocimiento utilizado o utilizable a escala social que sirve para transformar elementos materiales o simbólicos en bienes o servicios.

Debemos considerar que la disponibilidad y el uso de tecnologías es lo que promueve la racionalidad técnica en el DG, posibilitando que las actividades que allí se desarrollan se tornen más viables y efectivas.

Se pueden distinguir dos tipos de tecnologías: las centrales y las de apoyo. Las primeras son aquellas que constituyen las acciones centrales que una determinada política se propone, por lo que su inexistencia implicaría que no se podrían cumplir con algunos o todos los objetivos que la política busca.²⁵ Por su parte, las tecnologías de apoyo condicionan el logro de los objetivos de la

²³ Echebarría, Koldo (2005), “Analizando la Burocracia: una mirada desde el BID”, *X Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública*, Santiago de Chile, p. 1.

²⁴ Cfr. Fernández, Ramiro y otros (2006), *Capacidades estatales y desarrollo regional. Realidades y desafíos para América latina*, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.

²⁵ Por ejemplo, la producción de un determinado bien o la prestación de un determinado servicios.

política de manera indirecta, y existen en función de las tecnologías centrales a las que necesariamente deben adaptarse y servir.²⁶

10.7. El enfoque de instrumentos de política y su potencial explicativo

El apartado anterior ha presentado los principales aspecto de cada uno de los instrumentos de política que consideramos críticos para el análisis de la política ambiental. Estudiar qué actores se involucraron en el diseño y desarrollo de cada uno de ellos, y con qué intereses lo hicieron; explorar el grado de congruencia o consistencia que los instrumentos alcanzaron entre sí, como así también la manera en que ellos son utilizados y/o transformados, y el análisis del contexto socioeconómico y político dentro del cual esos actores toman decisiones y actúan, constituyen solo algunas de las líneas de indagación que nos acercan a la comprensión sobre las posibilidades reales que tiene o tendrá la política pública ambiental para satisfacer las demandas sociales en este campo de problemas.

Con ello, el enfoque de instrumentos de política aplicado a la problemática del agua en la provincia de Buenos Aires, tiene un claro potencial para poder responder a la siguiente pregunta: ¿Por qué, pese a la sanción del código de agua en la provincia, se siguen evidenciando situaciones de superposiciones y contradicciones normativas? Para ello, deberemos responder acerca del papel que cumplieron los actores estatales (el Poder Ejecutivo, el Poder Legislativo y la propia burocracia provincial) y no estatales (organizaciones empresarias, ONG, universidades, etc.) en torno a la elaboración, sanción y reglamentación del código de aguas, además de indagar acerca de los intereses que los movilizaron en cada uno de esos momentos.

A su vez, y en relación al estudio del dispositivo de gestión, podríamos responder acerca de por qué se mantiene un esquema altamente fragmentado de gestión. Para ello, deberíamos preguntarnos sobre el papel que cumple la Autoridad del Agua (ADA) dentro del esquema de gestión provincial; en qué medida cumple o no las funciones que le fueron asignadas por el código de aguas, hasta qué punto su existencia ha dotado al Estado de una visión integral para el manejo del recurso; si el ADA ha logrado cumplir un rol de coordinador o articulador del conjunto de los organismos públicos involucrados en la gestión del agua; de qué forma se ha potenciado la presencia de los comités

²⁶ Las tecnologías de mantenimiento, las de adquisición y distribución de insumos y las de información o las de comunicación de información, son un ejemplo.

de cuenca en toda la provincia, cuál es el papel que cumplen y el impacto que tienen frente a los problemas que genera el recurso.

Por último, el enfoque de instrumentos de política nos permitiría saber si los recursos humanos, financieros y tecnológicos disponibles y utilizados en la política y gestión del agua son, en cantidad y calidad, los necesarios y suficientes como para enfrentar los desafíos que la problemática del agua plantea. Para ello, deberíamos indagar acerca de los niveles de calificación que poseen los recursos humanos en los diversos organismos, en qué medida la cantidad de personal alcanza para realizar las actividades requeridas; por otra parte, preguntar sobre el presupuesto que se destina a la gestión del agua, la disponibilidad y suficiencia del mismo, el origen de los fondos y los niveles de ejecución presupuestaria, entre otras cuestiones. Por último, debemos indagar acerca de los niveles de actualización u obsolescencia de las tecnologías utilizadas actualmente en la gestión de la política del agua provincial.

Son muchos los principios, paradigmas y valores que han sido generados en torno a las políticas ambientales. Ha sido también importante la cantidad de normas que, tanto a nivel nacional como provincial, fueron sancionadas conteniéndolos total o parcialmente. Sin embargo, la política ambiental evidencia marcadas dificultades para producir resultados e impactos que se evidencien efectivos para prevenir, reducir o resolver la diversidad de problemas que enfrenta la sociedad en ese terreno.

Hemos ejemplificado la situación en el caso de la política del agua en la provincia de Buenos Aires, y hemos sugerido un marco referencial para analizar y comprender el porqué de la diferencia entre lo proclamado y lo concretado: analizar los instrumentos de política con los que cuenta el Estado para enfrentar la problemática ambiental. Así, el conjunto de preguntas planteadas, junto a tantas otras que podrían ser formuladas, pueden generar conocimiento suficiente como para comprender si los instrumentos de política, están dirigidos a satisfacer intereses sectoriales y de corto plazo o los intereses de sectores sociales más amplios y de largo plazo; si los mismos han sido creados en un marco de estricta opacidad estatal y al margen de cualquier debate público o mediante procesos abiertos y transparentes que promueven la participación de todos los actores o sectores involucrados en el tema del agua.

La generación de este conocimiento constituye un paso necesario para comprender la distancia entre los principios y valores que se difunden y proclaman y los resultados concretos y observables que nos muestra una precaria realidad ambiental. Solo a partir de ese punto, estaremos en condiciones de albergar

cierto optimismo respecto de las posibilidades de formular e implementar políticas públicas ambientales de mayor eficacia.

Bibliografía del Capítulo 10

- ARAOZ, A. y F. SAGASTI (1975), “Estudio de los instrumentos de política científica y tecnológica en países con menor Desarrollo”, en *Estudios sobre el desarrollo científico y tecnológico*, n° 27, Programa Regional de Desarrollo Científico Tecnológicos, Departamento de Asuntos Científicos, Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, Washington.
- BOCERO, S. y C. NATENZON (2007), “La dimensión ambiental del territorio en América latina: aportes para su discusión”, en Fernández Caso, M. V. y R. Gurevich (coords.) (2007), *Geografía. Nuevos temas, nuevas preguntas*, Buenos Aires, Biblos.
- BROWN, M. y E. STEVEN (1984), “Poder y Administración: Paradigmas alternativos para el análisis de la autonomía burocrática”, en Oszlak, O., *Teoría de la Burocracia Estatal*, Paidós, Buenos Aires.
- CORTÁZAR, J. C. (2005), “La implementación de los programas sociales como un proceso estratégico y gerencial”, en *Revista del CLAD* (Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo), *Reforma y Democracia*, n°33, Caracas.
- DEFENSORÍA DEL PUEBLO DE LA NACIÓN (2006), Informe Especial Cuenca del Río Reconquista.
- ECHEBARRÍA, K. (2005), “Analizando la Burocracia: una mirada desde el BID”, *X Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública*, Santiago de Chile.
- FERNÁNDEZ, R., M. GÜEMES, J. P. MAGNIN y J. VIGIL (2006), *Capacidades estatales y desarrollo regional. Realidades y desafíos para América latina*, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
- FERRARO, A. (2006), “Control parlamentario sobre la implementación de políticas públicas. El (escaso) aporte del congreso a la eficiencia administrativa en América Latina”, en *Estado, gobierno, gestión pública. Revista chilena de administración pública*, vol. III, n° 8.

- FOX, I. (1970), “Problemas de política hídrica”, en *Recursos hídricos*, vol. 1, n° 3, Buenos Aires, citado en
- <[http://www.atl.org.mx/files/Pol%C3%83%C2%ADticas%20de%20gesti%C3%83%C2%B3n\(1\).pdf](http://www.atl.org.mx/files/Pol%C3%83%C2%ADticas%20de%20gesti%C3%83%C2%B3n(1).pdf)>
- HERZER, H. y otros (2003), “El manejo de cuenca y su impacto en áreas urbanas: el caso de la llanura pampeana”, *III Congreso Latino Americano de Manejo de Cuencas Hidrográficas*, INRENA-FAO, Arequipa, Perú.
- HERRERO, A. C. y L. FERNÁNDEZ (2008), *De los ríos no me río*, TEMAS, Buenos Aires
- IACOVIELLO, M., L. ZUVANIC y M. TOMMASI (2003), “Politización, estrategia y cultura burocrática: áreas de abordaje para la reforma del servicio civil en Argentina”, Ponencia presentada en el *VIII Congreso internacional del CLAD*, Panamá.
- JOURAVLEV, A. (2003), *Los municipios y la gestión de los recursos hídricos*, Report 14070-AR., Washington.
- MINTZBERG, H. (1993), *La estructuración de las organizaciones*, Ariel, Barcelona.
- MERLINSKY, G. (2011), “El plan integral de saneamiento ambiental de la Cuenca Matanza-Riachuelo. Desafíos políticos para la gestión integrada de los recursos hídricos en la Región Metropolitana de Buenos Aires”, en Isuani, F. (ed.) (2011), *Políticas Públicas y Gestión del Agua. Aportes para un debate necesario*, UNGS/Prometeo. Buenos Aires.
- LINDER, S. y P. GUY PETERS (1993), “Instrumentos de gobierno: percepciones y contextos”, en *Revista Gestión y política pública*, vol. II, n° 1. México.
- PEREYRA, E. (2011), “La política del agua en la Provincia de Buenos Aires. Notas para su reconstrucción histórica”, en Isuani, F. (ed.) (2011), *Políticas Públicas y Gestión del Agua. Aportes para un debate necesario*, UNGS/Prometeo. Buenos Aires
- POCHAT, V. (2005), “Entidades de gestión del agua a nivel de cuencas: experiencias de Argentina”, en *CEPAL- Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, n° 96, Santiago de Chile.
- STOKER, R. (1996), “Un marco de análisis para el régimen de implementación: cooperación y reconciliación entre los imperativos federalistas”,

- en Aguilar Villanueva, L., *La implementación de las políticas*, Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa, México.
- SUAREZ, F. y F. ISUANI (1998), “Innovación en las organizaciones públicas. Una perspectiva comparada entre organizaciones públicas y privadas”, en *Nueva Época, Revista de investigaciones del INAP (Instituto Nacional de Administración Pública)*, n° 0, Buenos Aires.
- VALLS, M. (1999), “La provincia de Buenos Aires sancionó su código de aguas”, en *El Derecho*, Legislación Argentina, n° 10.
- VEDUNG, E. (2005), “Policy instruments: Typologies and theories”, en Bemelmans-Videc, M. *et al.*, *Policy instruments & their evaluation*, Transaction Publisher, UK.
- VIÑALES, J. y S. CICCHITTI (2008), “Agua segura para el campo”, en *Revista Hydra*, n°16, año 4, Buenos Aires.

Capítulo 11

Paradigmas ambientales

María Di Pace
Alejandro D. Crojethovich Martin
Carlos A. Ruggerio

Introducción

Este capítulo desarrolla una serie de aproximaciones y enfoques a los paradigmas ambientales últimos y en desarrollo. Ellos están ligados a la *ecología*, el *ambiente*, el *desarrollo*, y en particular, al *desarrollo sustentable* y a las conceptualizaciones e implicancias de la *sustentabilidad*.

Comienza dando una visión de la evolución de las tendencias y cambios de paradigmas, de las distintas concepciones de *desarrollo sustentable* y de la articulación entre *desarrollo* y *ambiente*, así como sus implicancias en las agendas ambientales surgidas a partir de ello. Se desarrolla el concepto de *sustentabilidad* y sus significados, sus indicadores, sus escalas para terminar con el concepto de *metasustentabilidad*, su significado y utilidad en el análisis de los procesos entre las relaciones que se producen en un sistema.

11.1. Evolución de tendencias y cambios de paradigmas¹

A pesar del cuestionamiento y llamado de atención de muchos ecólogos, era un pensamiento generalizado hasta más allá de mitad del siglo XX:

- Que los recursos naturales eran infinitos, o por lo menos, se decía que poseían altas tasas de reproducción, por lo que resultaban casi infinitos.

¹ Cfr. Di Pace, María (Dir^a) y Horacio Caride Bartrons (ed.) (2004), *Ecología de la ciudad*, Universidad Nacional de General Sarmiento-Prometeo libros, Buenos Aires.

- Que no habría cambios irreversibles en los ecosistemas rurales de forma tal que llegaran a comprometer su producción, como por ejemplo: el agotamiento de los suelos que lleva a la desertificación, o el uso indiscriminado de pesticidas que produce la contaminación de suelos y de los cursos de agua. Era también un pensamiento generalizado, salvo para los técnicos involucrados en la problemática ecológica, que todo cambio en los ecosistemas –como consecuencia de un manejo que pudiera ocasionar problemas en la utilización de los recursos naturales básicos (como el aire, el agua, el suelo) o en la explotación ecológicamente inadecuada de los recursos productivos (bosques, plantaciones, cultivos)– podría ser siempre reversible, es decir, que nunca habría condiciones de no retorno para un ecosistema dado.
- Que la degradación ambiental no produciría fenómenos globales, como el efecto invernadero, que tiene consecuencias sobre el cambio climático global, ni el debilitamiento de la capa de ozono –por la creciente utilización de productos, como los clorofluorocarbonados (CFC) y otros (presentes por ejemplo en los aerosoles y en los aparatos de aire acondicionado)– que causa efectos no deseados para la salud humana, como el cáncer de piel y alteraciones al sistema inmunológico, entre otros.

Para algunos, el crecimiento de la población mundial no compromería la base de sustentación, el crecimiento económico estaba garantizado en el tiempo, y se pensaba que el progreso se produciría bajo distintas concepciones del desarrollo; todo ello con poca o nula consideración de los límites ambientales.

Hasta 1960, y bajo el paradigma de la modernización, el *desarrollo* quedó muy asociado al desarrollo tecnológico (tecnodesarrollo), con la concepción de que los problemas ambientales a nivel regional o global –cuando eran tomados en consideración– podrían superarse.

Esta concepción sobre la tecnología como fuente principal para superar los problemas ambientales fue fuertemente cuestionada por los argumentos contenidos en *Los límites del crecimiento*,² un documento elaborado por un grupo de intelectuales del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT).

En la década de 1970, el paradigma de la modernización queda inmerso en crecientes críticas que pueden sintetizarse como sigue: “a pesar del crecimiento

² Meadows y otros (1972), *The limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Universe Books, New York.

sustantivo alcanzado por algunos países, este modelo de desarrollo ‘fracasó’ en brindar respuestas a la eliminación de la pobreza masiva en los países del Sur y la contaminación y degradación ambiental en el Norte”.³

Como respuesta a la globalización de las causas y los efectos ambientales del proceso de desarrollo, demostrados en *Los límites del crecimiento*, se produce una serie de investigaciones expresada en diversos documentos, de los cuales el más destacado para América Latina es el conocido como “Documento de la Fundación Bariloche”, el *Modelo Mundial Latinoamericano*.⁴ La importancia de este documento es que remarca las diferencias de intereses y de perspectivas sobre la problemática ambiental entre el Primer y el Tercer Mundo, y enfatiza la urgente necesidad de articular los problemas ambientales con el subdesarrollo, reclamando la incorporación en el debate de las dimensiones sociales y políticas.

A partir de ello, se da un quiebre con tres líneas principales de pensamiento: el enfoque de las Necesidades Básicas, el de la Teoría de la Dependencia y el Neoliberal.

El enfoque Neoliberal centra la preocupación ambiental en una perspectiva pragmática y reformista. Es decir, se basa en considerar una evaluación de los procesos de degradación y agotamiento de los recursos ambientales y la elaboración de instrumentos para la planificación y corrección de las políticas de desarrollo. En cambio, el enfoque basado en las Necesidades Básicas focaliza la problemática del desarrollo en el contexto de las formas de producción y consumo.

El tercer enfoque, basado en la Teoría de la Dependencia, pone énfasis en las relaciones mundiales de dependencia; es reelaborado por la escuela del Ecodesarrollo,⁵ dando lugar a una propuesta que constituyó un intento coherente de articulación de las problemáticas ambientales y las del desarrollo, fundamentalmente planteaba:

- el uso sustentable de los recursos naturales en el tiempo;
- la priorización de las necesidades colectivas sobre las individuales, incluyendo la consideración “transgeneracional”;

³ Adriana Allen (1994), *Re-assessing urban development: Towards indicators of Sustainable Development at urban level*, Working Paper DPU, Development Planning Unit, London, en Di Pace María (Dir.ª) y Horacio Caride Bartrons (ed.), *Ecología de la ciudad*, Universidad Nacional de General Sarmiento-Prometeo libros, Buenos Aires, p. 307.

⁴ Herrera, Amílcar y otros (1977), *Modelo Mundial Latinoamericano*, Reedición IIED-AL, 2004, Buenos Aires.

⁵ Este término es originalmente concebido por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y posteriormente desarrollado por una serie de autores.

- la articulación entre la problemática ambiental, las formas de consumo y las tecnologías adoptadas; y
- la revalorización de las potencialidades y capacidades locales y regionales a partir de principios como los de diversidad, complementariedad y autosuficiencia.

Hacia 1980, sus propuestas fueron poco discutidas y difundidas a nivel internacional, pero a pesar de esto, parte de ellas fueron recuperadas en un nuevo paradigma: el *Desarrollo Sustentable*.

11.2. El Desarrollo Sustentable⁶

El término *Desarrollo Sustentable*, si bien fue utilizado por primera vez por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources-IUCN) en el documento denominado *World Conservation Strategy* (1980), alcanza una conceptualización más definida en el informe elaborado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo que se forma a partir de la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972).

Este informe, titulado *Nuestro Futuro Común* (1987), también llamado Informe Brundtland por el rol protagónico de la entonces Primer Ministro de Noruega en dicha Comisión, hace un llamamiento en pos de un desarrollo sustentable, enunciado como: “la humanidad está en condiciones de realizar un desarrollo sustentable en el tiempo, en forma tal que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones en atender sus propias necesidades”.

La definición y objetivos propuestos por el Informe Brundtland constituyeron el disparador para la formulación de nuevas contribuciones al debate sobre el desarrollo sustentable. Aún cuando las postulaciones de dicho documento —de acuerdo a lo ya expresado— no son nuevas, su principal mérito radica en la difusión masiva de un debate articulado entre *Ambiente y Desarrollo*. Varios documentos recogieron y reelaboraron los argumentos presentados en *Nuestro Futuro Común*. Por ejemplo, la Comisión de Latinoamérica y el Caribe para el Desarrollo y Ambiente elaboró el trabajo denominado *Nuestra Propia Agenda*, en la que se reformula el concepto de *Desarrollo Sustentable* desde la perspectiva

⁶ Cfr. Di Pace, María (Dir^a) y Horacio Caride Bartrons (ed.), *op. cit.*, supra, nota 1.

de la región latinoamericana. Este documento contiene un diagnóstico de los principales problemas ambientales de América Latina y el Caribe, establece prioridades y lineamientos para una estrategia regional de desarrollo sustentable, a la vez que identifica las bases para un consenso regional sobre dicho desarrollo con el fin de mejorar la capacidad de negociación de la región en la arena internacional. La Organización Mundial de la Salud, (OMS), para dar otro ejemplo, también adscribió al concepto de desarrollo sustentable, elaborando una serie de estrategias, publicado bajo el título *Our Planet, Our Health*.⁷

Es así que el concepto de *desarrollo sustentable* es incorporado a las agendas internacionales, de bloques de países y nacionales. Comienza a ser utilizado y citado por distintas instituciones y sectores de la sociedad, variando sus contenidos y conceptos de acuerdo a quien lo emplea. La revisión crítica de la literatura respecto a este paradigma pone a luz la coexistencia de interpretaciones divergentes y en muchos casos contradictorias. Al respecto, Naredo subraya que “el éxito de la nueva terminología se debió en buena medida al halo de ambigüedad que la acompaña: se trata de enunciar un deseo tan general [...] sin precisar mucho su contenido ni el modo de llevarlo a la práctica”.⁸ Esto implicó una lucha por su significación desde distintas corrientes de pensamiento, cuestión señalada por Van Den Bergh en un trabajo publicado en el año 1996, donde identifica 12 puntos de vistas teóricos distintos desde los que es posible definir desarrollo sustentable (ver **Cuadro 11.1**).

Otros autores, como Onisto, remarcen que parte de esta lucha se debe a “la apropiación y significación del término por las grandes corporaciones económicas en pos de sus propios intereses y no de propender a una sustentabilidad real”.⁹

A pesar de las contradicciones y la diversidad de interpretaciones, la literatura especializada evidencia algunos puntos de acuerdo respecto a que implica el *desarrollo sustentable*. Entre estos, se puede destacar la consideración de las dimensiones social, político-institucional, económica y ecológica, como parte de un todo interrelacionado, evitando estrategias y políticas sectoriales que contemplen a una de ellas en detrimento de las otras y, al mismo tiempo, “ampliar el horizonte espacial y temporal para adaptarse a la necesidad de equidad

⁷ WHO (1992), *Our Planet, Our Health*. Report of the World Health Organization. Commission on Health and the Environment, Ginebra.

⁸ Naredo, José Manuel (1996), *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*, Biblioteca DF+S, Madrid.

⁹ Onisto, Larry (1999), “The Business of sustainability”, in *Ecological Economics*, 29, pp. 37-43.

intergeneracional así como intrageneracional”.¹⁰ Asimismo, existe una marcada tendencia en señalar que para que tales condiciones se satisfagan se requiere un enfoque basado en la interdependencia y en la estrecha relación entre la ecología y la economía, entre el ambiente y el desarrollo.

Cuadro 11.1. Algunos enfoques teóricos desde los que fue definido el Desarrollo Sustentable

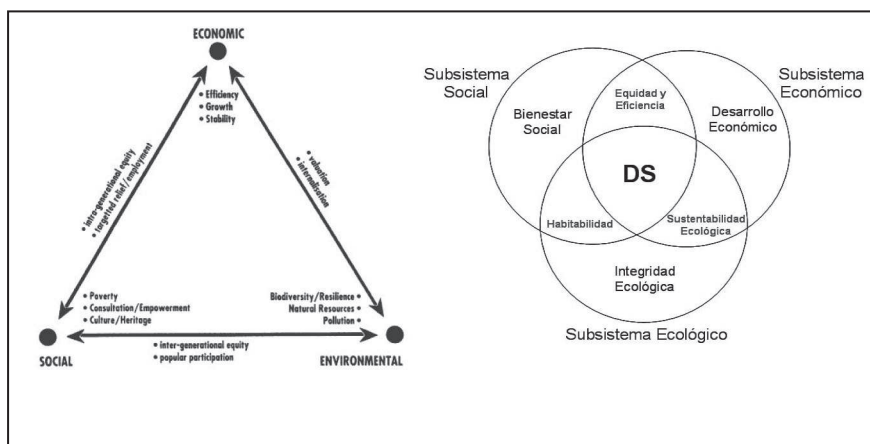
Teoría	Caracterización del desarrollo sostenible
Neoclásica-equilibrio	Bienestar no decreciente (antropocéntrico); crecimiento sostenible basado en tecnología y sustitución; optimiza las externalidades ambientales; mantiene el acervo agregado de capital natural y económico; los objetivos individuales prevalecen sobre las metas sociales; la política se aplica cuando los objetivos individuales entran en conflicto; la política de largo plazo se basa en soluciones de mercado.
Neoaustriaca-temporal	Secuencia teleológica de adaptación consciente y orientada al logro de las metas; previene los patrones irreversibles; mantiene el nivel de organización (negentropía) del sistema económico; optimiza los procesos dinámicos de extracción, producción, consumo, reciclaje y tratamiento de desechos.
Ecológico-evolutiva	Mantiene la resiliencia de los sistemas naturales, contemplando márgenes para fluctuaciones y ciclos (destrucción periódica); aprende de la incertidumbre de los procesos naturales; no dominio de las cadenas alimentarias por los seres humanos; fomento de la diversidad genética/biótica/ecosistémica; flujo equilibrado de nutrientes en los ecosistemas.
Tecnológico-evolutiva	Mantiene la capacidad de adaptación co-evolutiva en términos de conocimientos y tecnología para reaccionar a la incertidumbre; fomenta la diversidad económica de actores, sectores y tecnologías.
Físico-económica	Restringe los flujos de materiales y energía hacia y desde la economía; metabolismo industrial basado en política de cadena materiales-producto: integración de tratamiento de desechos, mitigación, reciclado, y desarrollo de productos.
Biofísico-energética	Estado estacionario con transflujo de materiales y energía mínimo; mantiene el acervo físico y biológico y la biodiversidad; transición a sistemas energéticos que producen un mínimo de efectos contaminantes.
Sistémico-ecológica	Control de los efectos humanos directos e indirectos sobre los ecosistemas; equilibrio entre los insumos y productos materiales de los sistemas humanos; minimización de los factores de perturbación de los ecosistemas, tanto locales como globales.
Ingeniería ecológica	Integración de las ventajas humanas y de la calidad y funciones ambientales mediante el manejo de los ecosistemas; diseño y mejoramiento de las soluciones ingenieriles en la frontera entre la economía, la tecnología y los ecosistemas; aprovechamiento de la resiliencia, la auto-organización, la autorregulación y las funciones de los sistemas naturales para fines humanos.
Ecología humana	Permanencia dentro de la capacidad de carga (crecimiento logístico); escala limitada de la economía y la población; consumo orientado a la satisfacción de las necesidades básicas; ocupación de un lugar modesto en la red alimentaria del ecosistema y la biosfera; tiene siempre en cuenta los efectos multiplicadores de la acción humana en el tiempo y el espacio.
Socio-biológica	Conservación del sistema cultural y social de interacciones con los ecosistemas; respeto por la naturaleza integrado en la cultura; importancia de la supervivencia del grupo.
Histórico-institucional	Igual atención a los intereses de la naturaleza, los sectores y las generaciones futuras; integración de los arreglos institucionales en las políticas económicas y ambientales; creación de apoyo institucional de largo plazo a los intereses de la naturaleza; soluciones holísticas y no parciales, basadas en una jerarquía de valores.
Ético-utópica	Nuevos sistemas individuales de valor (respeto por la naturaleza y las generaciones futuras, satisfacción de las necesidades básicas) y nuevos objetivos sociales (estado estacionario); atención equilibrada a la eficiencia, distribución y escala; fomento de actividades en pequeña escala y control de los efectos secundarios (“lo pequeño es hermoso”); política de largo plazo basada en valores cambiantes y estimulante del comportamiento ciudadano (altruista) en contraposición al comportamiento individualista (egoista).

Fuente: Traducido de Van Den Berg (1996) en Gallopín (2003).

¹⁰ Gallopín, Gilberto (2003), *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*, Medio Ambiente y Desarrollo, CEPAL-Naciones Unidas, 64, Santiago de Chile.

Diversos autores han plasmado esta integración de dimensiones en esquemas conceptuales, la **Figura 11.1** presenta dos de ellos. Ambos consideran que el *desarrollo sustentable* resulta de la integración de tres subsistemas: el social, el económico y el ecológico que, a su vez, deben plantearse como objetivos principales el bienestar social, el desarrollo económico y la integridad ecológica, respectivamente. Esta forma de concebir el *desarrollo sustentable* ha sido también plasmada en las agendas ambientales de los organismos internacionales y trasladada a los ámbitos nacionales y regionales, teniendo como productos principales: la Agenda 21, la Agenda Marrón y la Agenda Verde.

Figura 11.1. Desarrollo Sustentable: articulación de objetivos ecológicos, sociales y económicos



Fuente: a) izquierda: Munasinghe 1993, b) derecha: adaptado de Allen, Adriana, 1994.

11.3. Las agendas ambientales¹¹

Hubo una orientación casi antiurbana en las agendas sobre medio ambiente y desarrollo durante años, prácticamente hasta entrada la década de 1970. Para la teoría de la Modernización, las ciudades constituyeron centros de consumo y localización industrial. Consecuentemente, los centros urbanos fueron evaluados a partir de las tasas de crecimiento de la población y de urbanización, bajo la hipótesis de que con el crecimiento poblacional se

¹¹ Cfr. Di Pace, María (Dir^a) y Horacio Caride Bartrons (ed.), *op. cit.*, supra, nota 1.

llegaba a un proceso de urbanización que derivaba en la industrialización, y que ello constituía el desarrollo. En este contexto, los problemas de la pobreza y de la degradación ambiental urbana fueron percibidos como anomalías y/o externalidades del proceso de desarrollo.

El enfoque de las Necesidades Básicas desplazó el foco de atención y los objetivos del proceso de desarrollo y del crecimiento económico a la problemática de la pobreza y la inequidad social, pero centrándose fundamentalmente en la problemática de la pobreza rural, bajo el presupuesto de que la resolución de la pobreza en las áreas rurales frenaría la inmigración a las ciudades, e indirectamente resolvería la emergente pobreza urbana. Así, la preocupación ambiental se centró en el acceso inequitativo al uso de recursos naturales esenciales para satisfacer necesidades tales como alimentos, agua, energía y refugio, y en sus efectos en la salud de los habitantes, fundamentalmente sobre los pobres.

Entre las décadas de los 1980 y 1990, los resultados alcanzados en términos de desarrollo económico, reducción de la pobreza y mejoramiento ambiental demostraron escasa articulación y tendencias controversiales. Las principales críticas sobre los paradigmas de desarrollo previos coincidieron en la necesidad de redefinir e integrar objetivos sociales, económicos y ambientales de desarrollo.

Dichos intentos encontraron un consenso global bajo el concepto de *desarrollo sustentable*, en coincidencia con un proceso de revaluación del rol de las ciudades como motores de crecimiento económico, pero también como el escenario crítico de agudización de la pobreza, regresión distributiva y mayor concentración de los problemas ambientales.

A partir de la década de 1990 se verifica la emergencia de una nueva agenda centrada en el rol de las ciudades para la promoción de un *desarrollo sustentable*,¹² cuyos principios centrales se sintetizan en el **Cuadro 11.2**. Es a nivel urbano donde encontramos el surgimiento más prolífico de acciones ambientales: asociaciones vecinales y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) con intereses sociales sobre el ambiente, definen planes, políticas y procedimientos de monitoreo ambiental, se crean foros, comités de cuencas, etcétera.

¹² El informe Brundtland dedicó solo un capítulo a esta temática, sin embargo la Agenda 21 en sus 40 capítulos propone acciones para alcanzar el DS (Desarrollo Sustentable), que involucran en un 66% a la gestión local.

Cuadro 11.2. Las agendas ambientales de los años 1990

- Integración de objetivos de desarrollo y ambiente bajo el paradigma del Desarrollo Sustentable.
- Énfasis en el rol de los sistemas urbanos en el proceso de desarrollo económico y social.
- Pasaje desde estrategias con énfasis en el fortalecimiento de la capacidad de respuesta local, promoción de estrategias participativas y desarrollo institucional-globales a estrategias locales.
- Articulación a nivel de diagnóstico y políticas entre tendencias globales y gestión local de desarrollo y ambiente.
- Intervención en los aspectos críticos clave para el mejoramiento de políticas e implementación de procesos de planificación y gestión tales como: reforma institucional, mecanismos regulatorios y aspectos financieros.

La Agenda Verde y la Agenda Marrón¹³

Diversas agencias internacionales del desarrollo han caracterizado la problemática ambiental urbana a partir de la distinción entre la Agenda Marrón y la Agenda Verde. La Agenda Marrón abarca el conjunto de problemas estrechamente vinculados con la relación ciudad-ambiente y engloba los problemas más críticos que enfrentan las ciudades de los países subdesarrollados, tales como el impacto sobre la salud de la población de la contaminación urbana causado por servicios inadecuados de agua, saneamiento, eliminación de residuos sólidos y líquidos, y la contaminación atmosférica. Centra su foco en el hábitat, y en especial, en el hábitat de la pobreza. Entre los problemas subyacentes, también asociados a la Agenda Marrón, cabe mencionar los usos inapropiados del suelo, las condiciones habitacionales precarias, el transporte público deficiente, la congestión vehicular y los accidentes derivados de ello.

Sin embargo, es importante notar que estos problemas están también asociados a los problemas urbanos de la Agenda Verde, tales como el agotamiento de recursos hídricos y forestales, la degradación de tierras ambientalmente

¹³ Cfr. Di Pace, María (Dir^a) y Horacio Caride Bartrons (ed.), *op. cit.*, supra, nota 1.

frágiles, la ocupación de áreas propensas a inundaciones, la degradación o pérdida del patrimonio cultural y natural, la contaminación sonora, etc. Dentro de la denominada Agenda Verde suele encuadrarse también la contribución de los sistemas urbanos a problemas ambientales globales, tales como el cambio climático y la lluvia ácida.

Los problemas de la Agenda Marrón infligen altos costos sociales, económicos y ecológicos, fundamentalmente en las ciudades de los países periféricos. De acuerdo a datos suministrados por la OMS en 1992, solo el 70% de los habitantes urbanos poseían alguna forma de saneamiento, y solo el 40% estaba conectado al sistema cloacal. De este porcentaje, más del 90% de los efluentes se descargan sin ningún tipo de tratamiento. Se estima que solo en los países en vías de desarrollo la solución de este problema y otros asociados demandaban –en promedio– más del 5% del PIB (Producto Bruto Interno) de dichos países en esa fecha.

A inicios del año 2011, el informe del programa conjunto de la OMS y la entidad para la infancia de Naciones Unidas, UNICEF, afirma que “el 87% de la población mundial, unos 5.900 millones de personas, dispone de abastecimiento de agua potable, lo que significa que el mundo está en vías de alcanzar la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. No obstante, casi el 39% de la población mundial, más de 2.600 millones de personas, carece de servicios de saneamiento mejorados (resultados del Monitoreo del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento) y el agua no potable y los hábitos de saneamiento e higiene insuficientes causan la muerte de 1.5 millones de niños menores de cinco años anualmente en el mundo”.¹⁴

A modo de ejemplo, se ilustra la magnitud del impacto de los problemas de la Agenda Marrón en diversas ciudades de los países en vías de desarrollo: en la ciudad de México, se estima que los costos anuales por problemas de salud asociados a la contaminación atmosférica superan 1.5 billones de dólares. Niveles elevados de partículas suspendidas en la atmósfera causa, cada año, un promedio de 2,5 días de trabajo perdidos por persona y 6.400 muertes. La exposición al plomo tiene una incidencia de más del 20% en casos de hipertensión en los adultos, y un 29% del total de la población infantil presenta niveles insalubres de plomo en la sangre; en áreas periurbanas del Perú, la epidemia del cólera en 1991, debida a condiciones deficitarias de saneamiento e higiene, afectó a 320.000 personas, causó 2.600 muertes y un costo estimado en 1 billón de dólares en concepto de pérdidas por la reducción de las exportaciones agrícolas, pesqueras y el turismo.

¹⁴ <www.who.int/media/centre/news/releases/.../es/index.html>

Para la mayor parte de los países subdesarrollados, la Agenda Marrón posee dos polos que demandan atención. En uno de los extremos se encuentran los problemas ambientales tradicionales asociados a la falta de vivienda y servicios adecuados. En el otro, se encuentran los problemas ambientales causados por procesos de rápida industrialización sin mecanismos adecuados para la gestión de los residuos peligrosos, el control de la contaminación atmosférica, la prevención de accidentes industriales y otros programas de protección.

Ahora bien, la Agenda Verde está asociada a problemas más complejos que requieren acciones y compromisos de largo plazo para su solución, así como modos más sofisticados para la comprensión y solución del origen de los problemas. Pero en rigor, la solución de largo plazo de los problemas encuadrados en la Agenda Marrón subyace en enfrentar los problemas de la Agenda Verde, en la planificación y gestión de los recursos a escala regional, en la racionalización de estilos de vida para reducir las formas de consumo superfluo y los desplazamientos intensivos; en el desarrollo de estrategias detalladas al interior y exterior de los asentamientos urbanos para salvaguardar el patrimonio cultural y proveer espacios verdes; en la reducción de los conflictos entre usos de suelo próximos; y en garantizar que la ciudad y su área de influencia se sostengan mutuamente.

Es necesario entender que ambas agendas interactúan de manera estrecha. La implementación de acciones para reducir la contaminación atmosférica a partir de la reducción del consumo energético indiscriminado y el mejoramiento de la forma y funcionamiento de las ciudades posee implicancias significativas para la solución de problemas globales de largo plazo, tales como la reducción de emisiones de dióxido de carbono y otros vinculados al cambio climático global. Es un error conceptual serio el de tratar, y sobre todo, analizar y realizar investigaciones sobre el ambiente urbano desarticulando ambas agendas.

La Agenda 21¹⁵¹⁶

La Agenda 21 fue uno de los cinco acuerdos firmados en la Conferencia de Río de Janeiro sobre Ambiente y Desarrollo (UNCED) celebrada en 1992. Este documento no constituye en realidad un compromiso legal,

¹⁵ Para mayor detalle consultar: Conferencia de Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, 1992, *Promoción del Desarrollo Humano Sustentable*, sección 1, capítulo 6, Río de Janeiro.

¹⁶ Cfr. Di Pace, María (Dir^a) y Horacio Caride Bartrons (ed.), *op. cit.*, supra, nota 1.

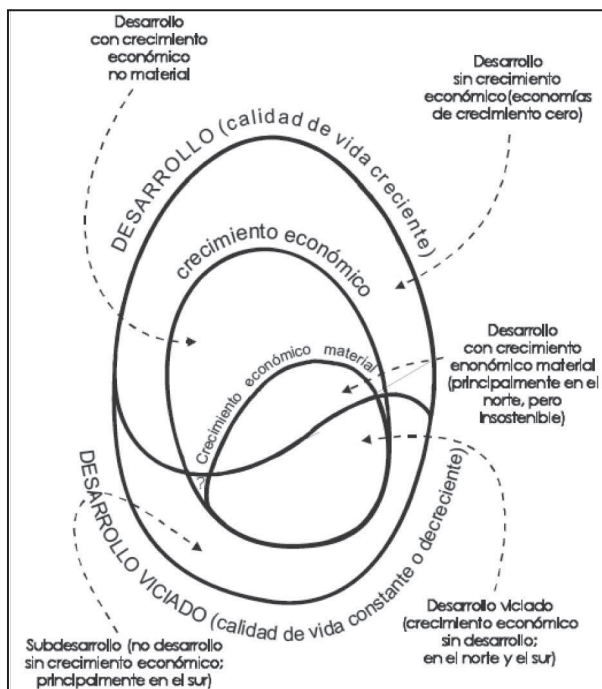
sino más bien registra un conjunto de intenciones que deberían orientar las políticas y las acciones a seguir por parte de las naciones firmantes. El objetivo de la Agenda 21 fue definir un programa de acción internacional para alcanzar el Desarrollo Sustentable en el siglo XXI. Como producto de las negociaciones que tuvieron lugar en la Conferencia de Río, la agenda de problemas a abordar y soluciones propuestas son muy generales. Sin embargo, la Agenda 21 constituye, en cierta medida, el reflejo del nivel de consenso alcanzado a nivel internacional acerca de objetivos, enfoques y políticas ambientales. Las áreas recomendadas como ejes de acción son en síntesis las siguientes:

- Provisión de condiciones habitacionales adecuadas para todos.
- Mejoramiento de la gestión de los asentamientos humanos.
- Promoción de mecanismos sustentables de planificación y gestión de uso del suelo.
- Promoción de la provisión integrada de infraestructura ambiental, esencialmente agua, saneamiento, desagües y manejo de los residuos sólidos y peligrosos.
- Promoción de sistemas de transporte y uso sustentables de la energía en los asentamientos humanos.
- Promoción de procesos de planificación y gestión de asentamientos humanos en áreas de riesgo ambiental.
- Promoción de actividades de la industria de la construcción sustentables.
- Promoción del desarrollo de recursos humanos y el fortalecimiento de la capacidad local para la gestión de los asentamientos humanos.

Como puede observarse, los temas prioritarios en la *Agenda 21* como no son nuevos en el contexto del debate ambiental, pero lo nuevo en este documento es el énfasis puesto en los medios necesarios para la implementación y alcance de los objetivos propuestos a partir del examen de la evaluación de costos y sistemas de financiamiento, de los medios científicos y tecnológicos a emplear y reforzar, y en general, de los recursos humanos y capacidades necesarias para su implementación.

A medida que la población mundial avanza hacia un patrón de asentamiento predominantemente urbano, diferentes condiciones en los denominados países desarrollados y en vías de desarrollo.¹⁷

Figura 11.2. Distintas categorías de desarrollo



Fuente: Extraído de Gallopín G., 2003.

Plantean nuevos desafíos en la relación entre los sistemas urbanos, los procesos ambientales y de desarrollo (ver **Figura 11.2**). Las ciudades del Tercer

¹⁷ Los usos de términos como “países desarrollados”/ “subdesarrollados”/ “en vías de desarrollo”, “industrializados”/ “no industrializados”, Tercer/ Primer Mundo, Norte/ Sur, etc. merecen una distinción, ya que responden a distintas concepciones del desarrollo. En el texto se utilizan de manera intercambiable simplemente para ilustrar las realidades regionales. Sin embargo, dado el complejo mapa de condiciones de desarrollo contemporáneo, todos estos términos merecen críticas y resultan insuficientes para identificar la posición relativa de un país en el sistema mundial. Por ejemplo, los denominados “Tigres del Sudeste Asiático” se los considera parte del Tercer Mundo si se evalúan las condiciones de vida de su población; sin embargo, desde el punto de vista económico, se los identifica en la actualidad como países industrializados.

Mundo concentran un tercio de la población mundial, producen dos tercios del producto bruto de la región, y experimentan un amplio espectro de problemas ambientales que amenazan la sustentabilidad global y local.

Gran parte de la producción de los países de menores ingresos depende de los centros urbanos, cuyo funcionamiento está sujeto a acelerados cambios sociales, económicos, políticos y ambientales, que redefinen sus condiciones de competitividad, gobernabilidad y sustentabilidad. Dentro de estos escenarios, los sectores populares constituyen los principales actores en la producción del hábitat, a la vez que carecen de los mecanismos de acceso y control a los recursos ambientales para potenciar esta capacidad.

Mientras que en el caso de los países desarrollados las perspectivas de un desarrollo sustentable dependen, fundamentalmente, de los cambios en los patrones de producción y de consumo; en los países subdesarrollados, la reformulación de objetivos debe atender como demandas prioritarias formuladas por el denominado Tercer Mundo: la independencia política, la consolidación de la democracia, el desarrollo económico, la erradicación de la pobreza y la gestión sustentable y democrática de los recursos naturales. Debido a la creciente globalización de los patrones de producción y consumo contemporáneos, la distribución de beneficios e impactos negativos es desigual e inequitativa no solo entre países, sino entre regiones y ciudades de un mismo país.

11.4. Desarrollo y Sustentabilidad

En relación con el significado de *desarrollo sustentable*, se puede sintetizar la discusión en dos posiciones antagónicas respecto a su vinculación con el crecimiento económico. Diana Mitlin advierte que diferentes autores tienen visiones diametralmente opuesta de la relación entre ambos conceptos, ya que unos argumentan que son incompatibles, mientras que otros destacan la importancia del crecimiento económico para proveer los recursos necesarios para conciliar las necesidades de desarrollo con la mitigación del deterioro ambiental.¹⁸

En línea con la primera argumentación, diversos autores entienden desarrollo como un proceso indivisible del crecimiento económico que, a su vez, implica un aumento en el consumo de materia y energía para abastecer los sistemas de producción, una mayor presión sobre los recursos naturales, un incremento en la producción de residuos y, en consecuencia, un deterioro

¹⁸ Mitlin, Diana (1992), "Sustainable development: a guide to the literature", en *Environment and urbanization*, 4 (1), pp. 111-124.

ambiental creciente. Esta interpretación ha dado lugar a una nueva corriente de pensamiento que plantea la necesidad de revertir esta tendencia, propendiendo a una desmaterialización de la economía, señalando que esto solo sería posible si se tiende al *decrecimiento* (esencialmente económico y su consecuente disminución en el consumo de materiales y energía) principalmente en los países desarrollados, aunque también lo señalan como un paradigma a seguir en los países en desarrollo.¹⁹ Otros autores, alineados con la segunda interpretación, señalan que el desarrollo no implica necesariamente crecimiento económico. En esta línea, Daly define *desarrollo sostenible* como *desarrollo sin crecimiento*²⁰ y Gallopín argumenta que el desarrollo refiere a “mejorar la calidad de vida del ser humano y no necesariamente al aumento del PIB” y agrega que “desarrollo no es sinónimo de crecimiento económico, sino que éste es solo uno de los medios para lograr el primero”.²¹ Para este autor, la noción de desarrollo es más compleja y puede implicar diferentes categorías.

Una corriente filosófica completamente diferente a las planteadas en la discusión anterior, plantea una alternativa al desarrollo como paradigma (ya sea sustentable o no). El “vivir bien” o “buen vivir” es un emergente de las culturas originarias de Sudamérica (especialmente las culturas andinas) y objeta sustantivamente la propuesta de desarrollo y desarrollo sustentable, discuten la esencia misma de la cultura occidental basándose en una cosmovisión que opone la concepción antropocéntrica a una visión basada en el respeto a la Madre Tierra y el resto de los seres vivos, y anteponiendo el interés comunitario por sobre el individual: “al hablar de vivir bien se hace referencia a toda la comunidad, no se trata del tradicional bien común reducido o limitado sólo a los humanos, abarca todo cuanto existe, preserva el equilibrio y la armonía entre todo lo que existe”.²² Como lo expresa Fernando Huanacuni Mamani, “el Vivir Bien va mucho más allá de la sola satisfacción de necesidades y el solo acceso a servicios y bienes, más allá del mismo bienestar basado en la acumulación de bienes, el

¹⁹ Para una revisión de la propuesta ver Latouche (2008), *La apuesta por el decrecimiento. ¿Cómo salir del imaginario dominante?*, Icaria, Barcelona, y Schneider y otros (2010), “Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue”, in *Journal of Cleaner Production*, 18 (6), pp. 511-518.

²⁰ Daly, Herman (1990), “Toward some operational principles of sustainable development”, *Ecological Economics*, 2 (1), pp. 1-6.

²¹ Gallopín, Gilberto, *op. cit.*, supra, nota 10.

²² Mamani Huanacuni, Fernando (2010), *Buen Vivir-Vivir Bien. Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas*. Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas-CAOI. Disponible en <<http://minkandina.org>>

Vivir Bien no puede ser equiparado con el desarrollo, ya que el desarrollo es inapropiado y altamente peligroso de aplicar en las sociedades indígenas, tal y como es concebido en el mundo occidental. La introducción del desarrollo entre los pueblos indígenas aniquila lentamente nuestra filosofía propia del Vivir Bien, porque desintegra la vida comunal y cultural de nuestras comunidades, al liquidar las bases tanto de la subsistencia como de nuestras capacidades y conocimientos para satisfacer nosotros mismos nuestras necesidades”. Sin lugar a dudas, el mayor desafío que enfrenta el Buen Vivir es cómo resistir a la estructura hegemónica que impone la visión occidental.

Hacia un significado de la sustentabilidad

Como se expresó, la discusión respecto a lo que implica el paradigma *desarrollo sustentable* ha generado un debate respecto al concepto *sustentabilidad* y en algunos casos se ha tendido a poner el acento más en el de sustentabilidad que en el de desarrollo. Al respecto, Diana Mitlin indicaba en 1992 una presumible diferencia entre la producción de significado para desarrollo sustentable en el hemisferio norte y el hemisferio sur, señalando que muchos de los escritos y de las discusiones en el norte se concentraban principalmente en la *sustentabilidad* en lugar del *desarrollo sostenible*.²³ En sus palabras: “estos autores se centran principalmente en cómo las limitaciones ambientales actuales podrían ser superadas manteniendo el estándar de vida, prestando poca atención a la necesidad de garantizar que todas las personas en el mundo puedan obtener los recursos necesarios para la supervivencia y el desarrollo. Los autores del sur a menudo tienen una perspectiva diferente”.²⁴ Algunos autores remarcaban esta situación como la puerta de entrada de la sustentabilidad a la discusión internacional, tal es el caso de Naredo que señala que “a la vez que se extendió la utilización banalmente retórica del término *desarrollo sustentable*, se consiguió hacer que la idea misma de *sostenibilidad* cobrara vida propia y que la reflexión sobre la viabilidad a largo plazo de los sistemas agrarios, industriales o urbanos tuviera cabida en las reuniones y proyectos de administraciones y universidades”.²⁵

²³ Los términos *sustentable* y *sostenible* son usados en el libro indistintamente; igual cabe para *sustentabilidad* y *sostenibilidad*, de acuerdo a los autores.

²⁴ Cfr. Mitlin, Diana, *op. cit.*, supra, nota 18.

²⁵ Naredo, José Nanuel, *op. cit.*, supra, nota 8.

Parte de esta discusión se centró en responder algunos interrogantes importantes, como la implicancia de la sustentabilidad, el objeto de ella, su temporalidad y la manera de lograr dichos objetivos.

La implicancia de la sustentabilidad

Parece imposible contestar qué implica la *sustentabilidad* con rigurosa objetividad, especialmente por la prolífera y contradictoria discusión ideológica y epistemológica en torno al *desarrollo sustentable*. No obstante, en la bibliografía se encuentran avances que apelan al análisis sistémico para construir una definición, haciendo una abstracción de la discusión ideológica.

Una propuesta en este sentido es la desarrollada por Gilberto Gallopin.²⁶ El autor parte de considerar un “sistema como un conjunto de elementos (o subsistemas) relacionados entre sí, donde los elementos pueden ser moléculas, organismos, máquinas o partes de ellas, entidades sociales o incluso conceptos abstractos” y aclara que “las relaciones, interconexiones o eslabonamientos entre los elementos se pueden manifestar de manera muy diferentes (transacciones económicas, flujos de materia y energía, vínculos causales, señales de control, entre otros)”. Asimismo, dado que la *sustentabilidad* es una construcción conceptual para aplicar a sistemas reales de existencia material, se asume que estos sistemas son abiertos, y por lo tanto, mantienen un intercambio de materia, energía e información con su ambiente (**Figura 11.3**) que puede representarse a través de variables de entrada (insumos) y de salida (productos).

Las variables internas y sus interrelaciones determinarán el estado del sistema en un momento dado, que dependerá de los insumos que haya recibido de su entorno en el último período de tiempo, y de las perturbaciones ambientales, tanto externas como internas. A partir de lo anterior y considerando que las variables de salida son las que se consideran importantes para evaluar el desempeño de un sistema, es posible concluir que este será sustentable “cuando el ‘valor’ neto del producto obtenido no disminuya en el tiempo”.²⁷ Es importante destacar que la definición anterior se ajusta al razonamiento intuitivo acerca de que “algo sea sustentable”, pero sin tener una concepción estática de “mantenimiento en el tiempo”, dado que el sistema podría variar a diferentes estados durante su existencia.

²⁶ Cfr. Gallopin, Gilberto, *op. cit.*, supra, nota 10

²⁷ *ibíd.*

Tal como lo observa Gallopín en su trabajo, existen una cantidad de indefiniciones en torno de la elección de las variables de salida que son de interés, ya que “a veces, lo que interesa es la sostenibilidad del sistema como tal (por ejemplo, la conservación de un ecosistema natural, un bosque de especies autóctonas), en este caso las variables de salida son iguales a las de estado... mientras que cuando las variables de salida son distintas de las variables de estado, hablamos de sostenibilidad de las salida o productos del sistema (por ejemplo, el rendimiento de un ecosistema agrícola), y no necesariamente de la sostenibilidad del sistema mismo”.²⁸

Como consecuencia de lo anterior, la subjetividad tendrá un rol preponderante en la definición precisa acerca de qué debe ser sustentable, en qué tiempo se produce, y de qué manera se logra. Estos interrogantes no pueden ser respondidos de manera abstracta y existe un marcado consenso en que deben emerger de un proceso de construcción sociopolítico.²⁹

El sujeto de la sustentabilidad

En cuanto a la definición del sujeto de la sustentabilidad, la discusión ha oscilado entre dos posiciones antagónicas. La primera de ellas parte de considerar a la naturaleza como sujeto principal, priorizando la conservación de sus atributos de la manera más pura posible y, en un punto extremo, relegando la figura del hombre y su bienestar. Esta posición no es la dominante, y suele estar asociada a movimientos de conservación de la naturaleza. La segunda pone el foco en el “sostenimiento de los sistemas económicos, relegando a la naturaleza a la función de proveedora de recursos naturales, servicios ambientales y a sumidero de los residuos generados por la actividad del hombre, admitiendo incluso que la tierra se convierta en un planeta totalmente artificial”.³⁰ Ambas, ubicadas en los extremos, abren un abanico de posibilidades que han llevado a que algunos autores propongan escalas cualitativas de sustentabilidad que van desde *muy fuerte y fuerte a débil y muy débil*, ligando la sustentabilidad muy fuerte a la conservación de la naturaleza y la sustentabilidad muy débil a la conservación de los sistemas económicos. Dado que estas últimas suelen ser

²⁸ Ibid.

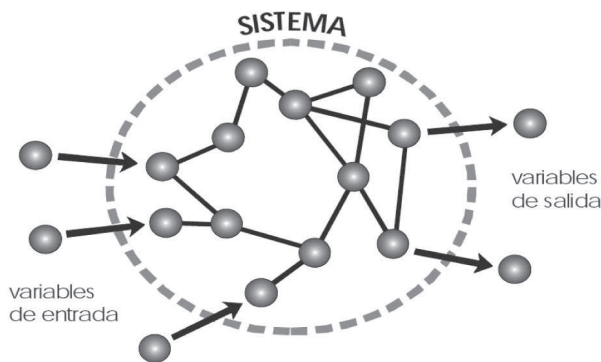
²⁹ Cfr. Munasinghe and Shearer (1995), *An introduction to definition and measurement of biogeophysical sustainability. Defining and measuring sustainability*, The United Nations University and The World Bank, Whashington.

³⁰ Gallopín Gilberto, *op. cit.*, supra, nota 10.

propuestas tan radicalizadas, la mayoría de los trabajos apelan a los conceptos de *sustentabilidad fuerte* y *sustentabilidad débil*, apoyándose en el concepto de capital natural.³¹

La definición de capital natural parte de hacer extensiva la noción de capital de la teoría económica (que establece que es todo patrimonio o riqueza de naturaleza acumulativa que permite generar rentas o rendimientos) a la naturaleza o, más específicamente, a los recursos naturales y la calidad ambiental. Se puede considerar que el capital natural constituye un stock de recursos naturales (bosques, acuíferos, yacimientos minerales) que producen un flujo de bienes (nuevos árboles, agua para consumo, minerales) y servicios ambientales (control de la erosión, secuestro de carbono, depuración de contaminantes, entre otros). De la misma manera, el concepto de capital se ha utilizado para referirse a: el capital humano o cultural (el stock de conocimiento o habilidades humanas) y el capital artificial (aquello que deriva de la actividad económica y manufacturado por el hombre). Este último suele citarse como antónimo del primero en la discusión sobre sustentabilidad.

Figura 11.3. Sistema abierto



Fuente: Extraído de Gallopin G., 2003.

³¹ Para un abordaje de las propuestas de escala de sustentabilidad se sugiere consultar: Norton (1992), "Sustainability, human welfare and ecosystem health", in *Environmental values*, 1(2), p. 15; Pearce and Atkinson (1992), *Are national economies sustainable? Measuring sustainable development*, CSERGE Working Paper GEC 92, London, y Turner (1993), *Sustainability: principles and practice. Sustainable environmental economics and management: principles and practice*, Belhaven Press, London, pp. 3-36.

Es de destacar la limitación implícita en el concepto, ya que pueden quedar excluidos de él componentes o procesos de la naturaleza que no sean valorados como bienes o servicios en un momento dado, es decir, capital natural no es naturaleza.

En este contexto, la teoría ecológica moderna en conjunción con otras disciplinas, brinda un marco conceptual y presta herramientas metodológicas que pueden ser de utilidad para comprender, analizar y medir la sustentabilidad. Solo a modo de ejemplo se pueden mencionar: el uso de la teoría de la evolución y la coevolución, el abordaje ecosistémico, los análisis de flujo de materia y energía, el uso de conceptos como capacidad de carga y resiliencia, entre otros.

La gran carencia en la discusión parece ser la falta de una definición precisa de las actividades que son sustentables y en qué medida, y cuáles son los límites reales a la explotación de los recursos naturales, teniendo en cuenta sus atributos particulares como: disponibilidad, capacidad de carga, leyes naturales que condicionan los procesos de recuperación de los ecosistemas, entre otros. Asimismo, el *desarrollo sustentable* no puede acotarse a un uso sustentable de los recursos naturales, dado que intervienen condicionamientos de intereses éticos y morales, que pueden tornar inaceptable, por ejemplo, un desarrollo que no contemple la equidad social presente y futura.

11.5. Indicadores de Sustentabilidad

El desarrollo más significativo de indicadores de sustentabilidad se inicia a finales de la década de 1980 en Canadá y algunos países de Europa. Pero el impulso más abarcador correspondió a la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, ya que para poder controlar el avance de la Agenda 21, la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo creó la Comisión de Desarrollo Sustentable (CDS), con el mandato de monitorear el progreso hacia el desarrollo sustentable. Con tal objetivo, se creó el Programa de Trabajo de Naciones Unidas sobre Indicadores de Desarrollo Sustentable (IDS). Este tiene, como objetivo principal, proveer a las naciones de un conjunto reducido de indicadores probados que brinden información de base para la toma de decisiones.³² Según Quiroga Martínez, se puede establecer la siguiente tipología cronológica de indicadores de sustentabilidad:

³² Quiroga Martínez, Rayén (2001), *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*, Serie Manuales CEPAL, Organización de Naciones Unidas.

- **Indicadores de sustentabilidad ambiental de primera generación (1980-presente):** se elaboraron principalmente en la década de 1980, aunque siguen utilizándose, y evalúan la sustentabilidad ambiental desde enfoques parciales (sectores productivos: industria, agricultura, etc.; singularidades como contaminación, estado de recursos naturales), que propenden a dar cuenta de un fenómeno complejo.
- **Indicadores de desarrollo sostenible o de segunda generación (1990-presente):** se basan en un enfoque multidimensional que toma el paradigma de desarrollo sustentable como marco principal. Consisten –en general– en una serie de indicadores que dan cuenta de las dimensiones social, económica, institucional y ambiental, que luego se suman a una ecuación general. Las principales críticas que surgen sobre ellos son: que los indicadores no son una síntesis de las cuatro dimensiones o no dan cuenta de la integración de, al menos, algunas de ellas.
- **Indicadores de desarrollo sostenible de tercera generación:** propenden a integrar las dimensiones sociales, económicas y ambientales en forma transversal, sintetizando una diversidad de aspectos de las mismas en pocas cifras.

Marcos ordenadores para el desarrollo de indicadores

Una posibilidad de ordenación metodológica es la propuesta por Rayen Quiroga Martínez, quien divide la formulación de indicadores en dos grandes grupos: los que recurren a un enfoque comensuralista y los que tienen un enfoque sistémico (ver **Cuadro 11.3**).

El enfoque conmensuralista

El enfoque conmensuralista ha sido largamente criticado, especialmente cuando se utiliza la monetarización como recurso para llevar a una unidad común los servicios ambientales y los impactos ocasionados por los sistemas socioeconómicos para obtener un único resultado que represente la sustentabilidad del sistema analizado. Más allá de los cuestionamientos éticos, siempre cabe la duda de cuál es el peso específico correcto que deben tomar las variables que conforman la ecuación final para obtener un único resultado y, por otro

lado, se puede caer en el error de no tomar las variables indispensables para el análisis y omitir información sustancial.

Dos de los indicadores más destacados dentro de este enfoque son los propuestos por el Banco Mundial: Riqueza de las Naciones y Ahorro Genuino, ambos utilizan la monetarización como recurso para llegar a una cifra única que sintetice el grado de sustentabilidad. Otro es el índice de huella ecológica, que en lugar de la monetarización utiliza la superficie (área de bosques, cultivos, espacio para depurar o verter desechos, etc.) necesaria para satisfacer las necesidades de una población determinada, como unidad para representar todas las variables involucradas; este índice es criticado por algunos autores, argumentando que más allá de su utilidad como instrumento de comunicación, no agrega información nueva a la ya suministrada por otros indicadores como consumo de energía (de alimentos, biomasa y combustibles fósiles),³³ y que no refleja la dimensión social del desarrollo sustentable.³⁴

Cuadro 11.3. Marcos ordenadores para indicadores de sustentabilidad

ENFOQUE ALCANCE	Enfoque sistémico		Enfoque conmensuralista	
	Ambientales	De desarrollo sostenible	Monetizados	Indices
Mundial	Naredo: Capital Natural (Coste Energético de Reposición) WWI: Vital Signs WRI: World Resources 2000		Value of World Ecosystem Services (Costanza et al, 1998)	LPI (Índice del Planeta Vivo, WWF)
Nacional	Canadá Nueva Zelanda Suecia OCDE Colombia Venezuela Costa Rica Geo 2000 ALC Conect 4	EDS ISD México Costa Rica Chile CIAT-Colombia Barbados Reino Unido Estados Unidos Brasil	Banco Mundial: Riqueza Naciones y Ahorro Genuino	LPI IBES ISA (Índice de Sostenibilidad Ambiental) Huella Ecológica
Regional	Canadá	Chile México-Estados Unidos (fronterizos)		Huella Ecológica
Local	Cuencas	Sustainable Seattle	Banco Mundial: nivel proyecto	Huella Ecológica
Sectorial o Temático	Biodiversidad Energía Transporte			

Fuente: Quiroga Martínez, Rayén, 2001

³³ Martínez-Allier, Joan (2006), “Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad”, *Revista Polis*, n° 16.

³⁴ Bossel Haltmut (1999), *Indicators for sustainable development: theory, method, applications. A Report to the Balaton Group*, International Institute for sustainable development, Canadá.

El enfoque sistémico

Por otra parte, desde el enfoque sistémico, instituciones como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), algunas iniciativas de países Europeos e incluso el mismo IDS de la ONU, han propuesto como marco ordenador el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) o algunas variantes innovadores como Fuerza Motriz-Estado-Respuesta (FER) y Fuerza Motriz-Estado-Impacto-Respuesta (FEIR). Este marco es ampliamente utilizado a pesar de que ha sido objetado seriamente, dado que tiende a simplificar en cadenas de causa-efecto fenómenos complejos que no responden a análisis lineales. Ante tales objeciones, sus impulsores respondieron que la lectura causal es inadecuada y que los indicadores no deben interpretarse de esta forma. No obstante, a nivel mundial prevalecen interpretaciones de problemáticas complejas que reflejan una lectura causa-efecto lineal; por ejemplo: Emisiones de CO₂ (Presión) => concentración de CO₂ en la atmósfera (Estado) => impacto en la temperatura global (Impacto) => Tasas de emisión de CO₂ (Respuesta).

Escalas para el estudio de la sustentabilidad

El estudio de la sustentabilidad se ha dado principalmente a nivel global, dado que el paradigma surge como respuesta al evidente deterioro ambiental planetario. Sin embargo, se han elaborado trabajos a otras escalas, como ser la nacional, regional, local y de proyecto.

11.6. La Metasustentabilidad³⁵

En anteriores capítulos hemos presentado los procesos que caracterizan al metabolismo de la sustentabilidad y explicado cómo se crea, transmite metabólicamente y se acumula, basado en la construcción de Unidades Básicas de Sustentabilidad y sus funciones.³⁶ Vivimos en un mundo interconectado, que podemos calificar como sujeto a fuerzas no lineales y muchas veces im-

³⁵ La sustentabilidad aplicada a sistemas complejos alejados del equilibrio. Basado en: Crojethovich Martin y María Di Pace (2005), "Desarrollo urbano sustentable y sustentabilidad", en Di Pace María y Horacio Caride (eds.), *Ecología de la Ciudad*, Universidad Nacional de General Sarmiento y Editorial Prometeo, Buenos Aires, pp. 303-332.

³⁶ Crojethovich Martin y Rescia Perazzo (2007), Organización y Sostenibilidad en un Sistema Urbano Socio-ecológico y Complejo", en *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y*

predecibles. Esta incertidumbre es la base de la nueva física de los procesos irreversibles.³⁷ En este contexto nos interesa ahora estudiar cómo la sustentabilidad puede pasar a través de estados y transiciones en diversos actores, como evoluciona, transformándose.

La incorporación en biología de conceptos provenientes de la termodinámica de los sistemas alejados del equilibrio está muy lejos de ser una explicación mecanicista, sino, como veremos, incorpora los elementos de incertidumbre y probabilidades, alejados de la mecánica, además de tratarse un punto de vista para explicar desde el exterior de las ciencias biológicas las relaciones entre los ecosistemas y su entorno. Ya se ha tratado en extenso en anteriores capítulos y en este mismo las distintas visiones que existen acerca de la sustentabilidad y del desarrollo sostenible, los problemas de articulación de los objetivos sociales, económicos, políticos y ecológicos. A continuación se explica cómo la sustentabilidad puede evolucionar en entornos alejados del equilibrio.

Siguiendo con la discusión anterior, se puede concluir que la sustentabilidad es un concepto transdisciplinar. Aun con todo lo investigado, y que se ha discutido ampliamente en los capítulos anteriores, la mayoría de los aportes siguen siendo disciplinares. Sin embargo, a continuación vamos a utilizar el concepto de que los sistemas pueden estar organizados jerárquicamente,³⁸ en los cuales es posible identificar niveles que se encuentran interrelacionados entre sí, con la propiedad de que los niveles superiores tienen una gran influencia sobre los inferiores.

Ejemplos de sistemas jerárquicos pueden encontrarse en sistemas ecológicos, sociales, políticos y algunos se mencionan en el **Cuadro 11.4**. Dos tipos de relaciones, horizontales y transversales surgen de los ejemplos de la tabla. En las horizontales, la sustentabilidad involucra elementos que se encuentran en distintos ejemplos, como puede ser el caso del “desarrollo sostenible de cuencas hídricas” que incluye elementos hidrográficos, políticos y sociales (entre otros). Siendo que los ejemplos representan concepciones fuertemente disciplinares (que aportan el contenido teórico que cimienta la existencia de las concepciones sistémicas en cada caso), la sustentabilidad se convierte en un concepto fuertemente transdisciplinar, cuya aplicación a casos concretos hace necesaria la integración de bagajes teóricos muy diferentes. Así, un nivel del

Humanismo, Cátedra Unesco de Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Cataluña, 1, pp. 103-121.

³⁷ Prigogine (1996), *The end of certainty: Time, chaos, and the new laws of nature*, The Free Press, New York.

³⁸ O'Neill y otros (1986), *A hierarchical concept of ecosystems*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

sistema complejo, como por ejemplo una cuenca, contiene elementos que se encuentran en una determinada fila del **Cuadro 11.4**, elementos que interactúan entre sí. La estructura jerárquica se aprecia mejor tomando una diagonal de la tabla. Una gestión sostenible se enfrenta con el problema de que debe satisfacer objetivos diferentes en distintos niveles (columnas del cuadro) pero también en varias dimensiones entre sistemas jerárquicos (filas del cuadro), lo que involucra trabajar con distintas escalas al mismo tiempo, dadas las interrelaciones que se dan en esos sistemas.

Cuadro 11.4. Ejemplos de jerarquías anidadas en sistemas de distintas naturaleza y campos disciplinarios. Los niveles se ordenan en forma descendente (superiores + a inferiores -)

	Hidrológicas ^a	Político-administrativas	Ecológicas	Biogeográficas ^b	Bosques ^c
niveles					
+	Red hidrológica	Región	Biosfera	Dominio	Paisaje
	Segmento	País	Región	División	Cuenca
	Tramo	Provincia	Paisaje	Provincia	Rodal
	Rápido/poza	Partido	Ecosistema	Sección	Parche
↓	Micro hábitat	Municipio	Población		
-			Individuo		

Fuentes: ^aFrissell *et al.* 1986, ^bBailey, 1983, ^cUrban y otros, 1987.

Basándonos en el concepto de la *metasustentabilidad*:³⁹ *preservar las condiciones que permitan la sustentabilidad en un sistema de estados cambiantes e impredecibles*, la evolución de una unidad básica (UBS) depende de una dinámica cuyas características se detallan en las Figuras 11.4 y 11.5. Este concepto cambia radicalmente las ideas con las que hay que pensar la sustentabilidad de sistemas naturales y sistemas socio-ecológicos. En otras palabras la *metasustentabilidad* es preservar la capacidad endógena de sustentarse, el *cambio sustentable*.

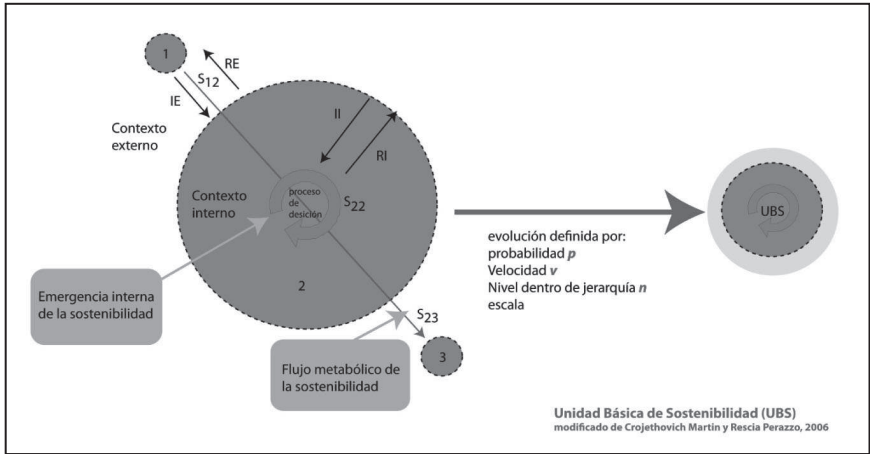
³⁹ Crojethovich Martin y María Di Pace, *op. cit.*, supra, nota 35.

Cuadro 11.5. Diferencias entre los conceptos de sustentabilidad y metasustentabilidad

Sustentabilidad	Metasustentabilidad
Descrita por trayectorias	Por probabilidades
Estados	Velocidades
Predictibilidad	Impredictibilidad
No jerárquica	Jerárquica
A-Disciplinar	Transdisciplinar
Monoescalar Idea de Equilibrio Reversibilidad	Multiescalar Lejos del Equilibrio Irreversibilidad

Figura 11.4. Evolución de una UBS

La unidad Básica de Sustentabilidad Sistémica (UBS), en un ejemplo con tres unidades. La unidad 2 se relaciona a través de flujo de sustentabilidad (S_{12} y S_{23}) con los elementos 1 y 3. IR y RE son fuerzas restrictivas internas y externas que establecen las condiciones limitantes y fuerzas impulsoras (IE, II) hacia la sustentabilidad. La creación de la sustentabilidad en cada UBS (S_{22}) es el resultado de un proceso de decisión interno.

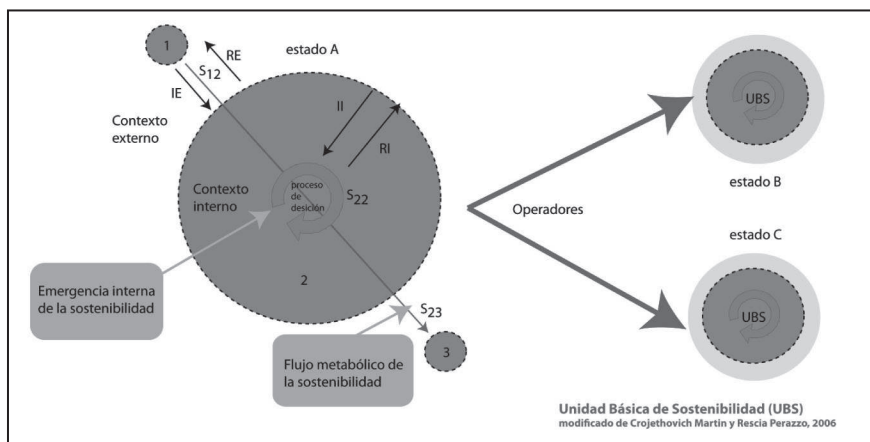


La *sustentabilidad* (ecológica, urbana, productiva, social, etc.) es considerada en términos de trayectorias. La *metasustentabilidad*, en cambio, es considerada en términos de ensamblajes y probabilidades. Hay en ella irreversibilidad e impredecibilidad, que se manifiesta en cambios, tanto en el contexto externo como en el interno, y en los procesos de decisión.

El tiempo crea problemas en el concepto de *sustentabilidad*. Es necesario independizarse de él para construir un concepto que resulte de utilidad. En este sentido, la *metasustentabilidad* está basada en mantener las diferencias entre las velocidades de los procesos y no en mantener estados. De acuerdo con las leyes de la física moderna desarrollada por Prigogine y colaboradores, los estados son cambiantes e impredecibles. Los objetivos se convierten no en trayectorias, sino en probabilidades. Si no es posible en un diagrama de fases encontrar la posición y la velocidad al mismo tiempo, solo tratamos de conocer la velocidad. La velocidad indica dirección (hacia una mayor metaestabilidad o no). El sistema socio-ecológico tiene características caóticas: su equilibrio debe ser descrito por probabilidades y no por trayectorias. En nuestro caso de estudio los ensamblajes o conjuntos son socio-ecológicos.

Al trabajar con un conjunto de partes cuya dinámica se describe en términos de cambios en las distribuciones de probabilidades en el tiempo, se pasa de un dominio A a otro B. La **Figura 11.5** es un esquema del proceso.

Figura 11.5. La trayectoria de una UBS de un estado A a otros dos probables B y C depende de operadores multidimensionales



¿Qué mantiene la identidad del sistema entre A y B? Se trata de encontrar las reglas o procesos esenciales que se mantienen entre A, B, C... aunque el sistema varíe. Esos “operadores” son lo que hay que mantener y a los que apunta la *metasustentabilidad*. Y son esenciales para hacer modelos predictivos, por ejemplo, en el caso de la gestión sustentable de una cuenca.

En el caso de una región urbanizada se puede ver que el cambio en el patrón del paisaje tiene una direccionalidad, aunque es impredecible; no es la configuración actual del patrón lo que hay que mantener, sino las relaciones entre los procesos, relaciones de flujos de energía y materia entre áreas rurales y urbanas y de servicios ambientales, relaciones, por ejemplo, en el uso del agua por parte de las industrias, los ecosistemas y la población. Cada uno de ellos tiene sus propias velocidades, y es la relación entre ellas la que hay que mantener. Otro ejemplo: la carga de materia orgánica que se introduce en un río no puede exceder cierto ritmo forzando la tasa natural de autodepuración (más lenta) a la tasa humana de generación (mucho más rápida), o la tasas de extracción de agua no pueden superar la tasa natural de recarga.

En un paisaje urbano-rural las relaciones son entre diferentes ecosistemas (disipativas), donde hay relaciones asimétricas y tasas diferentes de disipación, más altas en ecosistemas urbanos y más bajas en ecosistemas naturales y rurales. Las tasas altas son importantes para el mantenimiento de las actividades humanas y las bajas para los organismos no humanos. Además, los procesos más rápidos están asociados a escalas espaciales (extensión) más pequeñas, los procesos más lentos a extensiones más grandes. Esto es lo que podemos denominar una estructura jerárquica, donde hay tres elementos que la definen:

1. La escala (E), tanto en lo que hace a su extensión espacial (áreas más grandes o más pequeñas donde se dan los procesos a un determinado nivel de la jerarquía) como a la resolución (el “grano” dentro de una escala).
2. La velocidad (V) con que se pueden cambios en los procesos.
3. El tiempo (T) en el cual ocurren los procesos.

V y E pueden caracterizar a un proceso dentro de la organización jerárquica, mientras T es el horizonte propuesto. Durante un lapso de tiempo T_1 - T_0 el nivel del sistema con una extensión E está sujeto a procesos con una determinada V.

La esencia de la sustentabilidad está en que se pretende mantener en el tiempo T_i el mismo estado del sistema que en el tiempo T_0 . Esto último tiene

que ser cierto, porque si no estaríamos queriendo mantener el sistema en un estado desconocido por lo cual cualquier estado final sería sustentablemente adecuado. Entonces, la esencia misma de la sustentabilidad (por ejemplo, en un sistema hídrico jerárquico como el descrito por Frissell,⁴⁰ en el **Cuadro 11.4**) está en mantener las diferencias relativas entre las velocidades. Claro que esto se da en sistemas con una estructura jerárquica. Si los procesos son independientes de la escala, y no pueden encontrarse escalas definidas como niveles, esto no se daría. Sin embargo, parece ser que los procesos ecológicos tienen escalas y velocidades diferentes que los socio-económicos, por lo cual se puede plantear una estructura socio-ecológica jerárquica en un paisaje (como nivel superior).

Pensar en probabilidades significa considerar que los estados futuros del sistema socio-ecológico no están predeterminados, y que el sistema puede tomar uno entre varios caminos posibles de acuerdo a los valores de sus parámetros (entre estos están tanto las políticas de desarrollo como las restricciones ambientales). Como señalara Holling:⁴¹ “Los ecosistemas cambian a través del tiempo en un espacio multidimensional como sistemas localmente inestables pero globalmente estables. Grandes perturbaciones naturales o antropogénicas pueden empujarlos hacia vías evolutivas diversas. De esta manera surge el concepto de dominios múltiples de equilibrio... Se adopta el concepto de bifurcación, importado de la termodinámica de los procesos irreversibles”. Cuando un sistema complejo se encuentra sobretensionado escapa de su estado de estabilidad (con oscilaciones periódicas en este estado) y por un tiempo entra en caos (dependencia sensible de un resultado final por las condiciones iniciales en las que se encuentra el sistema) para pasar a otro estado estable. La dirección de este paso de un estado a otro es impredecible y no lineal, e incluye la incertidumbre sobre las variaciones espaciales y temporales.⁴² Este nuevo orden refleja las características estructurales y funcionales de la fluctuación. No hay formas fáciles de medir cuando un sistema puede escapar de su dominio de atracción y de atractor. Una posibilidad es medir el aumento en la varianza de las fluctuaciones observadas cerca del atractor.⁴³

⁴⁰ Frissell y otros (1986), “A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context”, in *Environmental Management* 10 (2), pp. 199-214.

⁴¹ Holling, C. S. (1973), “Resilience and stability of ecological systems”, in *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, pp.1-23.

⁴² Goldenfeld y Kadanoff (1999), “Simple lessons from complexity”, in *Science*, 284, pp. 87-89.

⁴³ Schoner y Kelso (1988), “Dynamic pattern generation in behavioral and neural systems”, *Science*, 239, pp.1513-1520; Crowley y North (1988), “Abrupt climate change and extinction events in earth history”, in *Science*, 240, pp. 996-1002.

Para terminar, se propone un indicador de metasustentabilidad urbana que cumple con las características mencionadas en el **Cuadro 11.5**. La cantidad de información en un sistema urbano puede ser evaluada de distintas formas: índices de diversidad aplicados a usos del suelo, actividades por área de espacio urbano. Esa información organizada es debida a un flujo constante de exergía (gradiente de energía). La exergía perdida en cada nivel puede ser evaluada en un sistema jerárquico por niveles.

$$\text{eficiencia organizativa}_{(i+1)} = \frac{Ex_{i+1} - Ex_i}{H_{i+1} - H_i}$$

Donde Ex_i es la exergía que hay en el nivel i , H_i es el contenido de información en el nivel i . Se espera que la eficiencia sea máxima en cada nivel. Esta eficiencia organizativa por nivel i es producto de la pérdida de exergía, cumple con la 2^{da} ley. Una mayor eficiencia indica estructuras disipativas más eficientes a un tiempo t porque en otro tiempo $t+1$ las estructuras anteriores disipan más energía, destruyen más exergía. Ese es el dominio de atracción que se mantiene y que está implícito en la metasustentabilidad. Los valores absolutos de Ex y de H van en aumento, lo que debería mantenerse son los relativos entre los dos niveles.

Bibliografía del Capítulo 11

- ALLEN, A. (1994), *Re-assessing urban development: Towards indicators of Sustainable Development at urban level*, Working Paper DPU, Development Planning Unit, London, en Di Pace María (Dir.^a) y Horacio Caride Bartrons (ed.), *Ecología de la ciudad*, Universidad Nacional de General Sarmiento-Prometeo libros, p. 307.
- BAILEY, R. G. (1996), *Ecosystem Geography*, Springer, New York, USA.
- BOSSEL, H. (1999), *Indicators for sustainable development: theory, method, applications. A Report to the Balaton Group*, International Institute for sustainable development, Canadá.
- CROJETHOVICH MARTIN, A. y M. DI PACE (2005), *Desarrollo urbano sustentable y sustentabilidad*, en Di Pace María y Horacio Caride (eds.), *Ecología de la Ciudad*, Universidad Nacional de General Sarmiento-Prometeo libros, Buenos Aires, pp. 303-332.

- CROJETHOVICH MARTIN, A. y A. RESCIA PERAZZO (2007), “Organización y Sostenibilidad en un Sistema Urbano Socio-ecológico y Complejo”, en *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, Cátedra Unesco de Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Cataluña, 1, pp.103-121.
- CROWLEY, T. J. y G. R. NORTH (1988), “Abrupt climate change and extinction events in earth history”, in *Science*, n° 240, pp. 996-1002.
- DALY, H. (1990), “Toward some operational principles of sustainable development”, in *Ecological Economics*, 2 (1), pp. 1-6.
- DI PACE, M. (Dir^a) y H. CARIDE BARTRONS (ed.) (2004), *Ecología de la ciudad*, Universidad Nacional de General Sarmiento-Prometeo libros, Buenos Aires.
- FRISSELL, C. A., W. J LISS, C. E. WARREN y M. D. HURLEY (1986), “A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context”, in *Environmental Management*, 10(2), pp. 199-214.
- GALLOPIN, G. (2003), *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*, Medio Ambiente y Desarrollo, CEPAL-Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- GOLDENFELD, N. y L. P KADANOFF (1999), “Simple lessons from complexity”, in *Science*, 284, pp. 87-89.
- HERRERA, A. O, H. D. SCOLNICK, G. CHICHILNISKY, G. C. GALLOPIN, J. E. HARDOY, D. MOSOVICH, E. OTEIZA, G. L. de ROMERO BREST, C. E. SUÁREZ y L. TALAVERA (1977), *Modelo Mundial Latinoamericano*, Reedición IIED-AL (2004), Buenos Aires.
- HOLLING CRAWFORD, S. (1973), “Resilience and stability of ecological systems”, in *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, pp.1-23.
- LATOUCHE, S. (2008), *La apuesta por el decrecimiento. ¿Cómo salir del imaginario dominante?*, Icaria, Barcelona.
- MAMANI HUANACUNI, F. (2010), *Buen Vivir-Vivir Bien. Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas*, Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas-CAOI. Disponible en < <http://minkandina.org>>

- MARTÍNEZ-ALLIER, J. (2006), Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad, en *Revista Polis*, nº 16.
- MEADOWS, D. H., D. L. MEADOWS, J. RANDERS and W. BEHRENS III (1972), *The limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Universe Books, New York.
- MITLIN, D. (1992), "Sustainable development: a guide to the literature", in *Environment and urbanization*, 4(1), pp. 111-124.
- MUNASINGHE, M. (1993), *Environmental Economics and Sustainable Development*, Papers 3, World Bank-The World Bank Environment Paper.
- MUNASINGHE, M. and W. SHEARER (1995). *An introduction to definition and measurement of biogeophysical sustainability. Defining and measuring sustainability*, The United Nations University and The World Bank, Washington.
- NAREDO, J. M. (1996), *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*, Biblioteca DF+S, Madrid.
- NORTON, B. G. (1992), *Sustainability, human welfare and ecosystem health*, Environmental values, 1(2), p. 15.
- O'NEILL, R. V., DE ANGELIS, D. L., WAIDE, J. B. y ALLEN, T. F. H. (1986), *A hierarchical concept of ecosystems*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- ONISTO, L. (1999), "The Business of sustainability", in *Ecological Economics*, 29, pp. 37-43.
- PEARCE, D. and G. ATKINSON (1992), *Are national economies sustainable? Measuring sustainable development*, CSRGE Working Paper, London.
- PRIGOGINE, I. (1996), *The end of certainty: Time, chaos, and the new laws of nature*, The Free Press, New York.
- QUIROGA MARTÍNEZ, R. (2001), *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*, Serie Manuales CEPAL, Organización de Naciones Unidas.
- SCHNEIDER, F., G. KALLIS and J. MARTINEZ-ALLIER (2010), "Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue", in *Journal of Cleaner Production*, 18(6), pp. 511-518.

- SCHONER, G. y J. A. S. Kelso (1988), "Dynamic pattern generation in behavioral and neural systems", *Science* 239, pp.1513-1520.
- TURNER, R. K. (1993), *Sustainability: principles and practice. Sustainable environmental economics and management: principles and practice*, Belhaven Press, London, pp. 3-36.
- URBAN, D.L., R.V. ONEILL y H.H. Jr. SHUGART (1987), "Landscape Ecology: A hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns", in *BioScience* 37(2), pp. 119-127.
- VAN DEN BERGH, J. (1996). *Ecological economics and sustainable development. Theory, Methods and Applications*, Edward Elgar Publishing Limited, Londres, UK.
- WHO (1992), *Our Planet, Our Health*, Report of the World Health Organization, Commission on Health and the Environment, Ginebra.

Los Autores

María Griselda Alsina

Licenciada en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires con posgrados de especialización en Ecología, Aspectos Ambientales de la Energía Nuclear e Ingeniería Ambiental. Ha trabajado en Ecología y en los impactos ambientales de la generación de energía eléctrica convencional y no convencional en la Comisión Nacional de Energía Atómica, el Institute for Environmental Studies de la Universidad de Washington, y en la Secretaría de Energía. Ha coordinado estudios de impacto de la Represa Binacional Yacyretá y la Central Nuclear Embalse. Ha participado en gestión de convenios internacionales, acuerdos de cooperación técnica y consultoría ambiental en el ámbito nacional e internacional desde distintas instituciones oficiales y privadas. Actualmente es investigadora docente en la Universidad Nacional de General Sarmiento en el Área de Ecología Urbana del Instituto del Conurbano, donde enfoca los problemas ambientales desde la interacción entre el funcionamiento de la ciudad, las actividades de producción y el medio natural, en el contexto de la legislación ambiental vigente.

Andrés Barsky

Profesor y Licenciado en Geografía (Universidad de Buenos Aires, Diploma de Honor) y Master en Estudios Sociales Agrarios (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede Argentina). Ex-becario de investigación UBA y CONICET, reviste desde 2001 en calidad de investigador-docente del Área de Ecología Urbana del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Se ha desempeñado como profesor adjunto regular de Geografía Económica del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján, y como responsable de la organización curricular de las carreras de Geografía y Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Especialista en ordenamiento territorial de espacios periurbanos, actualmente es candidato a Doctor en Geografía por la Universidad Autónoma de Barcelona (España), donde realizó estadías académicas como becario Universia.

Tomas Daniel Calello

Sociólogo. Ha realizado diversas investigaciones sobre medioambiente y movimientos sociales, en particular referidas a los cartoneros como sujetos colectivos despojados de derechos. Junto con Aida Quintar y Federico Fritzsche fue pionero durante la crisis argentina de 2001 en la investigación sobre el papel mediador que tienen las tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la conformación de movimientos sociales de protesta. Actualmente se encuentra investigando las relaciones entre corporalidad, estética, medio ambiente y nuevas tecnologías.

Horacio Eduardo Caride Bartrons

Arquitecto, Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, 1989. Realizó estudios de Historia y Geografía Histórica en la Universidad Complutense de Madrid. En la actualidad es doctorando en Ciencias Sociales de la UBA. Profesor Titular de Introducción al Diseño y la Arquitectura Moderna, Profesor adjunto de Historia de la Arquitectura y el Urbanismo, Cátedra Sabugo, FADU, UBA; Profesor de Historia Ambiental Metropolitana y tutor de tesis de la Maestría de Especialización en Gestión Ambiental Metropolitana y de Historia Cultural de las Formas Urbanas y Arquitectónicas, en la Maestría en Lógica y Técnica de la Forma, FADU. Profesor visitante de la School of Architecture, Pratt Institute, Nueva York y del Centro de Arte y Comunicação de la Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Es investigador del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas “Mario J. Buschiazso”, FADU, UBA, miembro investigador del Programa Internacional “Le Mots de la Ville”, UNESCO, CNRS, París. Ha dictado cursos y conferencias en Argentina, América y Europa. Ha publicado siete libros y más de cincuenta artículos de su especialidad.

Alejandro Diego Crojethovich Martin

Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad de Buenos Aires y Magister en Dirección de Calidad y Medio Ambiente por el Instituto de Directivos de Empresa. Es profesor en el Área de Ecología Urbana del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento y Profesor Titular de Evaluación de Impactos y Sistemas de Gestión en la Universidad

Nacional Arturo Jaureche. Entre sus temas actuales de investigación se encuentran la sustentabilidad de sistemas complejos, en clusters y redes sociales en internet. Ha dado cursos y conferencias sobre desarrollo sustentable y la gestión de residuos en universidades argentinas y europeas. Además ha publicado sobre la gestión de recursos hídricos, ordenación del territorio e indicadores de sustentabilidad urbana, entre otros temas. Es el CEO de la empresa de consultoría SinergyBrains.

María Di Pace

Licenciada en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires. Master en Ecología, Cornell University, Estados Unidos. Actualmente es Profesora Extraordinaria de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Ha sido Profesora Titular del Área de Ecología Urbana, Creadora y Coordinadora de la carrera de Ecología Urbana del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) así como Directora del Instituto del Conurbano. Ha desempeñado tareas docentes y de capacitación en distintos organismos argentinos y extranjeros; ha sido investigadora, coordinadora de investigaciones y consultora en distintas instituciones argentinas, extranjeras e internacionales. Es autora de varios libros y publicaciones en temas ecológicos y ambientales; últimamente ha trabajado especialmente en aspectos teóricos y empíricos del campo de la Ecología Urbana, con especial énfasis en temas relacionados con la problemática urbana y la sustentabilidad de las ciudades. Ha sido Directora del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento, y Responsable del Área de Ecología Urbana de dicho Instituto, que tiene como ejes centrales de investigación la gestión de los recursos hídricos y de los residuos del Área Metropolitana de Buenos Aires.

Leonardo Fernández

Ecólogo Urbano y Urbanista graduado en la Universidad Nacional de General Sarmiento. Es Investigador y Docente del Instituto del Conurbano de la UNGS a partir de 2003. Ha sido Profesional de la Subsecretaría de Urbanismo y Vivienda de la Provincia de Buenos Aires (2005-2009) y en diferentes consultorías en temas urbanos y territoriales. Ha trabajado en diversos municipios del Conurbano Bonaerense en programas de mejoramiento

barrial, planificación territorial y Sistemas de Información Geográfica. Es autor de artículos y libros, organizador y ponente en congresos, seminarios y eventos relativos a la temática de Ecología y Urbanismo entre los años 2001 y 2011.

Ana Carolina Herrero

Licenciada en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires, Master en Hidrología General y Aplicada en el Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en Madrid (España) y Doctora de la Universidad de Buenos Aires, área ecología. Es investigadora y docente del Área de Ecología Urbana del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento, donde es responsable de la Carrera de Ecología Urbana. Entre sus temas actuales de investigación se encuentran los procesos vinculados al recurso hídrico, así como el empleo de la herramienta geomática para su desarrollo. Ha realizado varias pasantías en el exterior, participado en congresos de índole nacional e internacional, y publicado trabajos sobre gestión y calidad del recurso hídrico, vulnerabilidad y riesgo de la población frente a desastres naturales, análisis e impactos originados por diferentes tipos de industrias, y ordenación del territorio, entre otros temas.

Fernando Isuani

Magister en Administración Pública (UBA) y Doctor en Ciencias Sociales de la FLACSO-Argentina. Su campo de especialización es el de la Teoría Organizacional, la Gestión Pública y las Políticas Públicas. Es Investigador-Docente en la Universidad Nacional de General Sarmiento y docente de posgrado en diversas universidades del país. Ha realizado numerosos trabajos de investigación y publicaciones sobre su campo de especialidad.

Carlos Alberto Ruggerio

Licenciado en Ecología Urbana y doctorando en Ciencia y Tecnología en la Universidad Nacional de General Sarmiento (Buenos Aires, Argentina). Actualmente es Investigador-Docente del Área Ecología del Instituto del Conurbano de la universidad mencionada. Su actividad de investigación se ha enfocado en la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), con especial interés en los

aspectos vinculados al impacto ambiental, el reciclado y la problemática de los recuperadores informales; la gestión de los recursos hídricos, particularmente en aspectos vinculados a la sustentabilidad hídrica; los conflictos ambientales urbanos y regionales; y aspectos de la ecología de vectores urbanos como el *Aedes aegypti*, mosquito trasmisor del Dengue.

Francisco Martín Suárez

Antropólogo. Master en Políticas Ambientales y Territoriales de la Universidad de Buenos Aires y Doctor de la Universidad de Buenos Aires, área antropología. Ha realizado en estudios de Posgrado en el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social ILPES-CEPAL y en el Development Planning Unit, University College London. Desde el año 1995 es docente investigador del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento, dedicado a temas de Ecología Urbana y Desarrollo Local. Actualmente forma parte del grupo de investigación sobre Modelos y Estrategias de Promoción del Desarrollo Local. Es coordinador e en numerosas actividades de investigación, consultoría y asesoramiento vinculadas a las problemáticas socio territoriales.

Federico Zuberman

Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Buenos Aires. Es especialista y maestrando en Economía Social de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Ha realizado diversos cursos en temas de Economía Ecológica. Ambos campos constituyen actualmente su especialidad. Desde el año 2008 se desempeña como Investigador y Docente en el área de Ecología del Instituto del Conurbano.

La ciudad es el lugar donde transcurre la vida de la mayoría de nosotros. En ella, trabajamos, estudiamos, nos alimentamos, nos divertimos, dormimos, soñamos, amamos y sufrimos. La ciudad nos brinda una serie de oportunidades y a la vez nos impone restricciones. Nos provee trabajo y nos afecta con la contaminación. Nos ofrece bienestar y opciones de vida, junto con los problemas que provocan los residuos. Nos brinda espectáculos artísticos, plazas, parques, problemas de transporte e inundaciones.

La ciudad nos rodea con una multiplicidad de elementos físicos y variantes culturales en sus distintas dimensiones políticas, sociales, económicas, urbanísticas. Todo ello conforma el ambiente de la ciudad, que es nuestro ambiente.

Este libro pretende focalizar, desde la ecología urbana, la problemática ambiental de las ciudades, en general, y de las latinoamericanas en particular. El texto está destinado a un amplio espectro de lectores: todos aquellos interesados por los procesos ambientales creados y protagonizados por las ciudades y sus ciudadanos.

El tratamiento multidisciplinar de esta obra desea despertar el interés de profesionales con horizontes aparentemente disímiles. Al mismo tiempo, se trata de contribuir a la inserción de la ecología urbana en ámbitos no específicamente académicos; como libro de consulta para los técnicos y funcionarios de los distintos niveles de gobierno del Estado; para diversas organizaciones de la sociedad ligadas a la educación, al desarrollo, a los distintos aspectos de la problemática de la ciudad y su ambiente.

Colección **Cuestiones metropolitanas**

Universidad Nacional
de General Sarmiento



www.ungs.edu.ar

