

Les ciutats neixen, només fa uns 5000 anys, com una peculiaritat de l'espècie humana. Són bàsicament estructures capaces d'acollir grans aglomeracions permanents d'individus. La seva complexa i artificiosa ordenació fa que esdevinguin el contrapunt "humà" de la natura, raó per la qual la moderna ecologia i els moviments ecologistes sorgeixen com a defensors d'allò "natural" i contraris, per tant, al que significa "ciudadà". Però, la ciutat, com a entorn viu, és en ella mateixa un ecosistema. L'ecologia urbana neix d'aquesta consideració i estudia, des d'una perspectiva científica, el fenomen urbà centrant-se en l'estudi dels processos i els fluxos que mantenen el metabolisme de la ciutat.

Ecologia urbana analitza de forma clara i comprensible la complexitat de l'estructura urbana, quantifica els corrents de la matèria i l'energia que interrelacionen la ciutat amb el seu entorn i permeten la seva continuïtat, i introdueix indicadors ambientals i de sostenibilitat aplicats al conjunt urbà, considerant sempre el protagonisme de l'element vital (humà o animal) que habita la ciutat.

L'autor finalment fa una exposició de les bases sobre les que se sustentarà la ciutat futura i enuncia els criteris ecològics per a la gestió de les urbs.

Jaume Terradas és catedràtic d'Ecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona i director del Centre de Recerca Ecològica d'Aplicacions Forestals (CREAF). Capdavanter en la investigació d'ecosistemes terrestres va ser el primer president de l'Associació Espanyola d'Ecologia Terrestre.

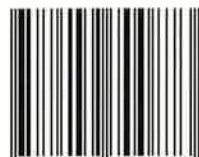


Monografies de Medi Ambient

Generalitat
de Catalunya
Departament
de Medi Ambient



ISBN 84-497-0087-6



9 788449 700873

Ecologia urbana Jaume Terradas

Jaume Terradas

Ecologia urbana



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient



Monografies
de Medi
Ambient

Ecologia urbana

Jaume Terradas



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient



Terradas, Jaume

Ecologia urbana. - (Monografies de medi ambient)
ISBN 84-497-0087-6 (Rubes) -- ISBN 84-393-5575-0 (Generalitat
de Catalunya)

I. Catalunya, Departament de Medi Ambient II. Títol III.
Col·lecció: Monografies de medi ambient 1. Ecologia urbana
504

Col·lecció dirigida per Josep Enric Llebot

Primera edició: novembre 2001

© Jaume Terradas i Serra

© Rubes Editorial, S.L.

Sicília, 236 bis, 2n 2a

08013 Barcelona

Tel.: 93 231 12 00

Fax: 93 231 12 01

e-mail: rubes.editorial@retemail.es

ISBN: 84-497-0087-6

© de la present edició

Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya

ISBN: 84-393-5575-0

Coberta: Néstor Macià

Dipòsit legal: B-43 367-2001

Printed in Spain - Imprès a Espanya

Imprès a Litografia 2003 S.L.

sobre paper ecològic 100 % lliure de clor

Índex

Pròleg	7
1 Introducció	9
El fenomen urbà en la història	9
El creixement explosiu de les ciutats en els darrers temps	11
El cas barceloní i els mecanismes conductors del canvi urbà	15
Els mecanismes i les conseqüències del creixement	16
Algunes conseqüències dels canvis recents a Barcelona i altres ciutats europees	17
La globalització dels recursos	19
Les ciutats, sistemes oberts	21
La ciutat i les serres	23
El futur és urbà	24
Ciutat i ecologia	26
2 L'estudi de l'ecologia urbana	29
Què és l'ecosistema urbà	32
És la ciutat un ecosistema?	35
Ecologia i economia	50
L'aproximació ecològica no és reduccionista	52
La noció de sostenibilitat, aplicada a les ciutats	54
3 Estructura urbana, urbanisme i ecologia	57
Les condicions ambientals i l'estructura urbana	57
Noves tècniques i noves bases conceptuals d'estudi de l'estructura urbana i la seva dinàmica	66

L'estructura urbana i els models urbanístics	69
El planejament i la seva eficàcia	74
Els espais verds urbans	79
Cap a una estratègia de conservació de la biodiversitat des de les ciutats	81
Ciutat i natura en el territori	82
4 El metabolisme de la ciutat	87
Les poblacions urbanes i el metabolisme endosomàtic	87
Activitat de les poblacions: el transport i l'estructuració territorial	93
El metabolisme exosomàtic urbà	96
Camins de futur per a l'anàlisi ecològica dels sistemes urbans	102
Tendències ambientals de les ciutats i indicadors ecològics de la sostenibilitat	104
Les dificultats dels indicadors	106
Cap a nous sistemes d'indicadors ambientals locals comparables a nivell europeu	112
5 Conclusions	115
Criteris ecològics per a la gestió urbana	120
Consideracions generals	120
Recomanacions generals	121
Índex alfabètic	123

Com una conclusió prou natural, la idea de Civilització, per a En Jacint, era inseparable de la imatge de Ciutat, d'una enorme Ciutat, amb tots els seus immensos òrgans funcionant, poderosos. Ni comprenia aquest meu amic supervilitzat que, allunyat de magatzems servits per tres mil caixers, de mercats on es buiden els horts i camps de trenta províncies, de Bancs on es reté l'or universal, de Fàbriques que fumegen atrafegades i inventen també atrafegades, de Biblioteques farcides fins a rebentar del paperam dels segles, i inacabables tirallongues de carrers creuats per dalt i per baix per fils de telègraf o de telèfon, per canonades de gas o de clavegueres, de sorolloses fileres d'òmnibusos, tramvies, carrosses, velocípedes, simons i berlines de luxe i de dos milions d'una humanitat errant que corre febril entre policies, en la dura recerca del pa o amb la il·lusió del gaudi, l'home del segle XIX pogués assaborir plenament la delícia de viure.

J.M. EÇA DE QUEIROZ, *La Ciutat i les Serres*

Pròleg

El fenomen urbà ha estat decisiu en la història de la humanitat i ho està esdevenint també en la història de la vida damunt la Terra. Des del punt de vista de la història, la sociologia, l'economia, la política i altres ciències humanes, aquesta importància ha estat àmpliament reconeguda, i disposem d'una immensa bibliografia que se n'ocupa. Durant molts anys, la urbanística, que podem considerar com la disciplina de la planificació urbana, i la seva pràctica, l'urbanisme, han evolucionat, produint noves teories i inventant noves solucions per a l'ordenació de les ciutats i, a l'hora, del territori, a mesura que anaven apareixent noves necessitats i noves possibilitats (per exemple, de comunicacions i transport). Avui, no cal dir-ho, els reptes no són els mateixos que fa un o deu segles. Entre els nous reptes n'hi ha alguns, almenys, que exigeixen incorporar nous conceptes i desenvolupar noves eines. Una part significativa d'aquests nous reptes són de caràcter ambiental i només es poden entendre si situem el fenomen urbà en el marc dels processos funcionals que relacionen les ciutats i el medi, del que el territori és un aspecte important, però no únic. En aquest context, l'ecologia, si aprenem a integrar-la amb les branques més habitualment lligades a l'estudi de les ciutats, pot fer aportacions interessants.

La ciutat ha estat sinònim de civilització, com pel Jacint a l'inici de la novel·la d'Eça de Queiroz, al llarg de segles, i també ha estat criticada com a lloc de desordre, manca de valors morals i perill segurament des dels seus orígens (i com ho fa el narrador de la mateixa obra). Encara que la contraposició entre *ciutat* i *natura* és molt vella, els arguments en un sentit o altre evolucionen. Els moviments ambientalistes, que han crescut

molt el darrer mig segle, n'aporten sobretot en favor de la segona de les dues «divinitzades» idees enemigues. Donat que s'acostuma a entendre l'ecologia com una mena de sinònim de defensa d'allò que és «natural», el lector desprevingut pot pensar que l'ecologia urbana només pot ser una crítica despietada dels terribles efectes de la ciutat sobre l'entorn. Cal advertir, però, que aquest concepte de l'ecologia no es correspon amb el que sempre han defensat els científics. L'ecologia és una ciència, i el que pretén és ajudar a entendre la realitat, no acumular arguments en favor o en contra d'unes idees abstractes sinó formular preguntes i possibles respostes, i contrastar aquestes respostes per veure si suporten les proves o cal trobar noves respostes. L'ecologia urbana acara el fenomen urbà des d'una perspectiva relativament nova, considerant-lo com un ecosistema i prescindint de l'antinòmia tradicional entre ciutat i camp per centrar-se en l'anàlisi de processos. En aquest llibre mirarem d'explicar quina és aquesta perspectiva i què ens pot afegir a la nostra comprensió del fenomen urbà. Res més i res menys que això.

JAUME TERRADAS

Barcelona, octubre del 2001

Introducció

El fenomen urbà en la història

Les primeres ciutats conegudes no tenen massa més de 5000 anys d'antiguitat. És molt des de la nostra visió individual, però poc en la història humana, ja que la nostra espècie té uns 300 000 anys d'antiguitat (i el nostre gènere *Homo* de l'ordre de 2,5 milions d'anys). És a dir que les ciutats són cosa del darrer 1,5 o 2 % de la història de l'espècie, l'equivalent a només unes 200 generacions. Abans, però, d'establir-se en ciutats, l'home ja havia adquirit algunes habilitats fonamentals. Sabia emprar el foc per caçar i per desforestar, domesticar plantes i animals i fabricar eines. El foc i les eines eren complements exosomàtics de la seva capacitat per extraure recursos del medi i transformar-lo, i li donaven grans avantatges, ja que l'home tenia, a més, una capacitat molt més gran que la resta d'espècies per transmetre els coneixements i les habilitats adquirides en l'ús d'eines per via cultural. Fa uns 10 000 anys es domesticaren plantes i animals per fer aliments: s'inventà l'agricultura i es desenvolupà la ramaderia. Això fou el que, en garantir la producció d'excedents alimentaris, obrí les portes a la creació de ciutats. El que defineix l'inici de la fase urbana de la nostra història és l'establiment de poblacions relativament grans en assentaments on bona part d'aquestes poblacions no depèn ja de la caça, pesca, recol·lecció o agricultura de forma directa, sinó que obté els aliments per intercanvi amb els pagesos, i així es pot dedicar a d'altres activitats.

Advertim que nombroses espècies, a més de la humana, formen també grans aglomeracions d'individus i construeixen refugis. De l'estudi de tots aquests casos es dedueix

que l'estratègia de formar aglomeracions té sempre inconvenients coneguts. Un és l'elevat risc d'epidèmies (només ens cal pensar, en el cas de l'home, en els estralls de la pesta negra, o pesta bubònica, produïda pel bacteri *Pasteurella pestis*, que va provocar enormes mortaldats a Europa, també a Catalunya a finals del segle *xiv* i primers del *xv*, amb manifestacions de casos aïllats fins el 1844, i fins el 1929 a Hong Kong, o en l'anomenada grip espanyola de 1918 que causà vint milions de morts). Un altre inconvenient és l'augment de l'agressivitat interespecífica. Un tercer, els possibles períodes de dificultats en el subministrament d'aliments, lligats en el cas humà a la dependència de monocultius d'alta producció (precisament per alimentar a una població nombrosa): si un any falla el cultiu bàsic, poden produir-se situacions de fam.

Les aglomeracions també tenen avantatges. Una és la defensa contra depredadors o atacs de poblacions veïnes de la mateixa espècie. Una altra és la possibilitat de dividir funcions i assolir així una millor eficiència en el conjunt. Tanmateix, si la divisió de funcions fa la societat més eficaç, té altres conseqüències. Va associada a l'establiment d'un ordre jeràrquic més o menys desenvolupat. En el cas humà, la vida en ciutats ha portat també, amb aquest ordre social, al reforçament de la propietat privada d'objectes, cases i, finalment, mitjans de producció, inclòs el sòl, i la permanència d'aquestes propietats a l'interior de les famílies, així com, en definitiva, la desigual distribució de la riquesa.

Les ciutats antigues solien ésser de dimensions relativament petites, uns milers d'habitants, encara que Roma rondava el milió. Moltes ciutats van tenir períodes d'esplendor, però es van esfondrar en poc temps, i les societats corresponents tornaren a formes de menor consum energètic (pastoralisme en lloc d'agricultura, per exemple, o abandó de l'activitat imperialista per recloure's en els límits locals). Aquestes decadències s'han assignat sovint a causes socials, econòmiques o polítiques (bèl·liques), però la capacitat actual per datar amb precisió els canvis paleoclimàtics ha posat de manifest almenys alguns exemples en els que la causa fou un període relativament llarg (uns decennis poden ser suficients) de condicions desfavorables.¹ D'altres vegades, les causes de regressió a formes preurbanes han estat terratrèmols o epidèmies. Les ciutats primitives eren molt dependents de mercats locals, més susceptibles davant d'un esdeveniment puntual catastròfic. Per tant, en les regressions han intervingut causes socials i causes naturals, de vegades sumades.

Els cicles es repeteixen: pas de societats nòmades recol·lectores i caçadores de baixa densitat a societats amb conreus i ramaderia intensius, ràpides explosions demogràfiques, formació de classes i gremis, militarització i augment de l'agressivitat sobre societats veïnes per guanyar territoris (recursos)... i després una decadència sobtada, sovint

coincidint amb guerres, pèrdua de control sobre recursos, un període d'uns decennis de fred, sequera o ambdues coses, o amb catàstrofes puntuals, que afecten la producció bàsica, al qual segueixen probablement períodes de fam, que redueixen dràsticament la població, i porten a l'abandonament de camps, sistemes de rec i fins i tot de la pròpia ciutat, i al retorn a la vida nòmada o en petits assentaments. Una part de la humanitat ha viscut en ciutats d'aquesta mena més de 5000 anys, i encara hi viu.

Només fa unes sis generacions (pensem que una persona sol conèixer, durant la seva vida, a persones de cinc a set generacions, des dels seus avis o besavis als seus néts o besnéts), menys de 200 anys, que s'ha estès un canvi essencial, lligat a la industrialització, que comporta un increment rapidíssim i accelerat de l'ús de l'energia exosomàtica per moure màquines, gràcies a què les fonts tradicionals d'energia es complementen i substitueixen per combustibles fòssils i energia elèctrica d'origen tèrmic, hidràulic o nuclear. La gran disponibilitat d'energia ha permès estendre i aprofundir les activitats d'extracció de recursos a moltes zones del planeta i ha creat grans quantitats de residus de tot tipus, però també ha permès diversificar els aliments (per l'intercanvi a distàncies creixents) i establir-ne el subministrament. Alhora, les mesures higièniques, la millor alimentació, les vacunes i els antibiòtics han millorat les condicions sanitàries i, sense excloure el risc d'epidèmies, consubstancial a les aglomeracions humanes, n'han reduït sensiblement els efectes. Tanmateix, en situacions de crisi, són les ciutats encara les que més pateixen els problemes de fam i mal nodriment. En resum, la història ens mostra que els processos que originen, mantenen o destrueixen les ciutats tenen constriccions físiques (geològiques, geomorfològiques, climàtiques, etc.) o d'origen social i una dinàmica marcada per factors físics, biològics, culturals, econòmics i socials. La integració de tots aquests coneixements és, doncs, un repte permanent per a la comprensió del fenomen urbà.

El creixement explosiu de les ciutats en els darrers temps

Si alguna cosa caracteritza el nostre segle és l'*acceleració*. Hi ha acceleració en el creixement de la població humana, en les taxes de consum de materials com l'aigua dolça, la fusta, els combustibles fòssils, en l'apropiació directa o indirecta, per l'home, de la producció primària (la producció de matèria orgànica per les plantes verdes), en l'ocupació de l'espai, en les distàncies de desplaçament per persona i any, en la capacitat d'intercanviar informació..., pràcticament en tot. Un dels fenòmens socialment més transcendents és l'acceleració en el creixement de la població urbana en tot el món, com es dedueix de les dades següents: en els decennis a partir de 1950, l'augment mitjà anu-

al de la població urbana ha estat de 26,7 milions pels anys cinquanta; 34 milions pels seixanta; 39,7 pels setanta; 52,6 pels vuitanta i 57,6 pels anys noranta. Veiem que l'augment anual mitjà és ara ja de quasi el doble que fa 50 anys. Com a resultat, la gent viu, cada cop en proporció més gran, en ciutats, i cada cop menys en medis rurals. No només això, sinó que la gent viu en ciutats cada cop més grans.

Segons l'informe del Worldwatch Institute del 2000,² entre 1996 i 1999 no menys de 200 milions de persones més van afegir-se a la població urbana del món, assolint un total de 2800 milions, que és el quàdruple de la població urbana de 1950 (multiplicar-se per 4 en només 50 anys, dues generacions, és, realment, un fenomen explosiu!), i aquesta població urbana suposa un 47 % de la població mundial, quan, el 1950, era de menys d'un 30 %. Com que la població urbana augmenta molt més de pressa que la total, d'ací a 30 anys el 60 % de la població mundial viurà en aglomeracions. La proporció és encara més elevada a les zones desenvolupades, superant ara ja el 70 % a Estats Units (on quasi arriba al 80 %), Canadà, Europa occidental i Japó, i també a l'Amèrica Llatina: Mèxic tenia un 92 % de població rural fa 35 anys i ara el 78 % és urbana; Brasil tenia un 80 % de població rural a primers dels anys seixanta i ara és urbana el 78 %. Tot i així, només tres de les deu ciutats més grans del món es troben en zones desenvolupades (Tokio, Nova York i Los Angeles), i alguna de les tres no estarà gaire temps entre aquestes deu, si és que encara hi és. Les restants són de l'anomenat Tercer Món (Mèxic, amb més de 20 milions d'habitants; Bombai, que creix més de pressa que cap altra ciutat asiàtica, es creu que ha crescut uns tres o quatre milions d'habitants en els darrers deu anys; Sao Paulo, que en té uns 18 milions; Xangai, Lagos, Seül i Pequín), com ho són altres que també passen dels 10 milions d'habitants o s'hi acosten molt (Teheran, Calcuta, Karachi, Djakarta, Rio de Janeiro, Buenos Aires, Lima, El Caire, etc.), moltes de les quals han crescut quasi del no res durant el segle xx. El Caire tenia uns cinc milions i mig d'habitants el 1965 i ara s'acosta als 15 milions. Djakarta se'n va ja cap els 14 milions i creix a un ritme vertiginós (quasi un milió l'any), com també ho fa Istanbul, que té uns 15 milions d'habitants (fig. 1.1).

Els canvis que es pronostiquen per al 2020 posen en primer lloc Bombai, amb més de 28 milions d'habitants i un increment de l'ordre del 53 %, seguida de Tokio, Lagos, Dhaka (a Bangla Desh), Karachi, Mèxic, Sao Paulo, Djakarta, Calcuta i Delhi. El creixement esperat per Lagos i Dhaka és superior al 85 %. Les primeres d'aquestes ciutats tenen densitats superiors a 40 000 habitants per km².

El creixement urbà és tan ràpid al Tercer Món que sobrepassa de molt la capacitat per dotar les ciutats dels subministres i les infraestructures més bàsics (xarxa de clave-

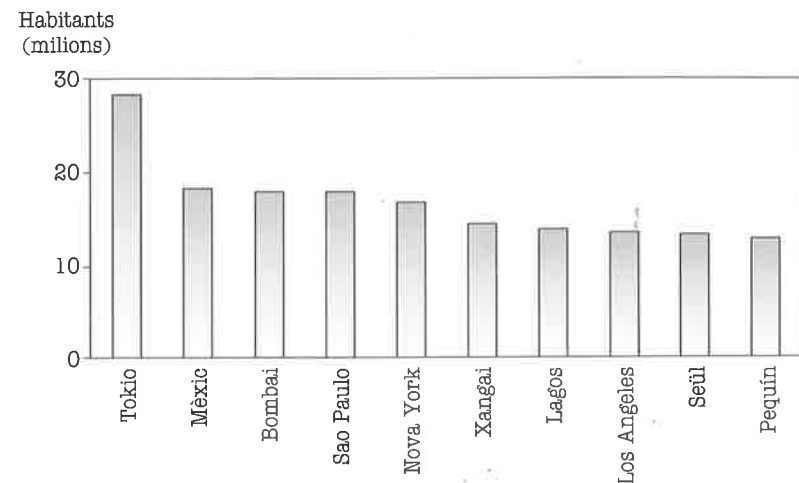


Figura 1.1 Les deu ciutats amb més població del món. Estimació per a l'any 2000. La primera, Tokio, té 28 milions d'habitants; la desena, Pequín, en té 12,4 milions. (Font: <http://www.mcrit.com/Agenda21/>)

gueram, aigua potable, recollida de residus, llum i combustible). Per exemple, Nuakchott, capital de Mauritània, que és un dels països més pobres del món, multiplicà per 11 la seva població en un període d'uns 15 anys. La població urbana africana era només del 27 % el 1980, però passarà al 54 % el 2030. Però, abans d'escandalitzar-nos, recordem que, al segle xvi, a Europa, Londres, Nàpols, Milà i Venècia eren per sobre dels 200 000 habitants, o a ran, París no hi arribava i només 14 ciutats passaven dels 100 000. Més tard, l'àrea de Barcelona, en un segle, des de 1715 a 1815, va multiplicar la seva població per 35, i entre 1715 i 1975 per 113! En resum, moltes ciutats, sobretot del Tercer Món, creixen molt de pressa i avui existeixen al món, segons dades de les Nacions Unides de l'any 1997, 16 ciutats de més de 10 milions d'habitants i 300 ciutats de més d'un milió (fig. 1.2).

El procés d'urbanització comporta problemes ambientals que no són només locals. Per exemple, les ciutats, que només ocupen un 2 % de la superfície del planeta, produeixen el 78 % dels gasos d'efecte hivernacle.³ El subministrament en aigua, energia i aliments a les ciutats exigeix l'aprofitament de recursos molt allunyats. I aquest serà un dels temes bàsics del llibre. El què ens cal ara és avançar que l'impacte de les ciutats sobre els sistemes de suport de vida del planeta és desmesurat amb relació a la superfície directament ocupada.

Hi ha perspectives de què la urbanització explosiva es freni? A algunes grans ciutats occidentals, les estadístiques semblen indicar una aturada o, fins i tot, un retrocés del

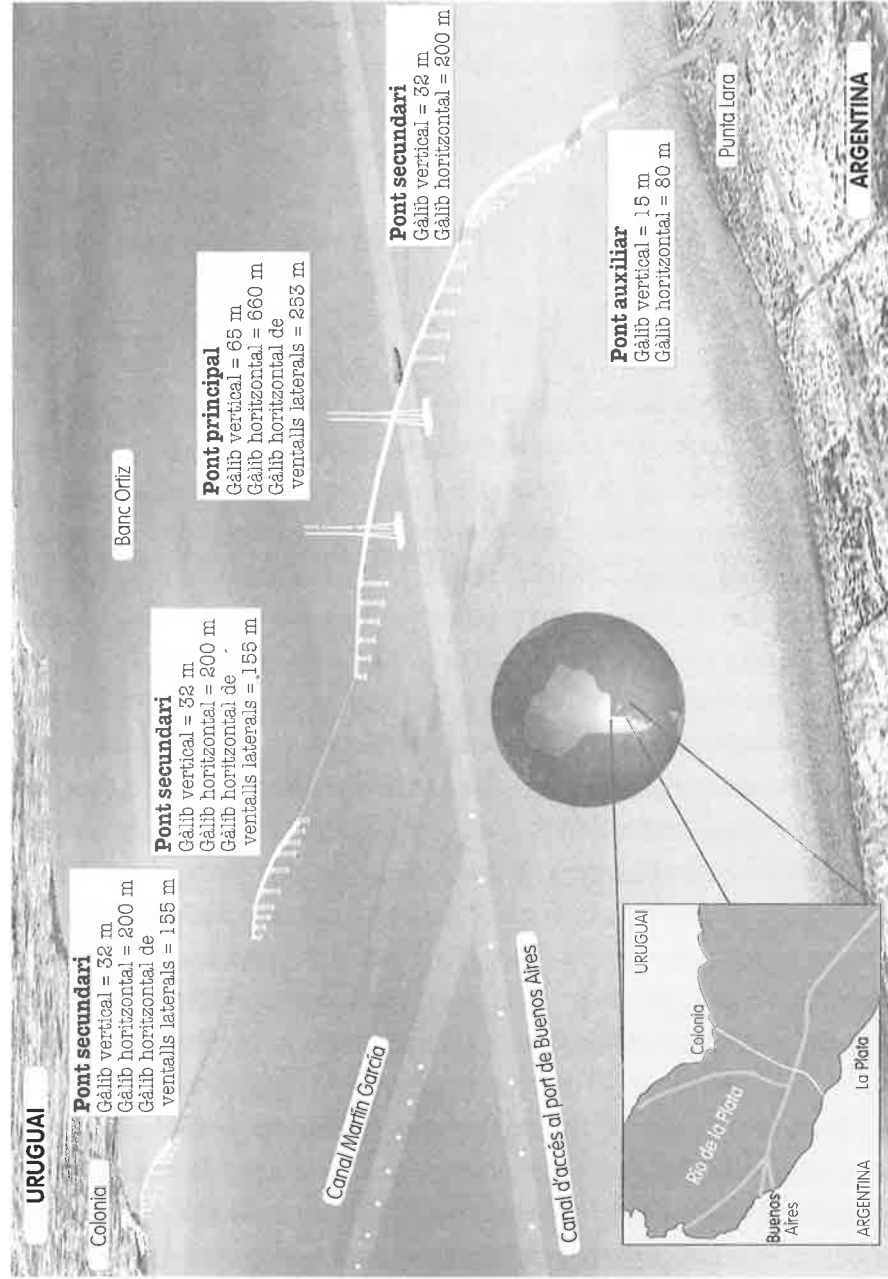


Figura 1.2 Simulació del futur pont que unirà Buenos Aires, per Punta Lara, a tocar La Plata, amb Montevideo, per Colonia de Sacramento. Buenos Aires (Argentina) té uns 15 milions d'habitants i Montevideo (Uruguai) és un nucli una mica menor que el de Barcelona. El pont, que té una llargada de 35 km, escurça en 360 km la connexió terrestre entre les dues àrees metropolitanes. No cal dir que una obra d'aquestes característiques és un pas immens en el desenvolupament de la xarxa urbana sud-americana. (Font: Imatge cedida per la revista *Ambiente*, de Buenos Aires. Hem d'agraciar la mediació de Ramon Folch.)

creixement. A Europa, les grans ciutats han experimentat, successivament: a/ una aflluència de població, b/ un creixement en taca d'oli, c/ l'aparició d'àrees suburbanes i d/ una tendència a l'abandonament dels centres històrics que, a partir dels anys setanta, poden haver sofert, primer, un procés de despoblament i decadència i haver-se convertit, després, en focus d'atracció de població no nativa, amb nou creixement demogràfic. La reacció dels poders públics en contra de la decadència dels antics centres ha produït importants transformacions, i ara aquests processos de remodelació i canvis demogràfics poden estar actuant simultàniament. Les ciutats petites i mitjanes, en canvi, han crescut més temps i l'aturada no s'ha produït fins ben entrada la dècada dels vuitanta. Ara, es tracta realment d'una aturada? I, en el cas que ho sigui, cal admetre que no s'adverteix un procés semblant a la major part de grans ciutats d'arreu del món. Però veiem un cas que ens és proper.

El cas barceloní i els mecanismes conductors del canvi urbà

La població de Barcelona actualment disminueix. Però les estadístiques s'han de mirar amb prudència. Recordem que Barcelona tenia el 1715, després de la Guerra de Successió i la derrota, ran d'uns 37 000 habitants, que s'havien doblat cap el 1760. Es va tornar a doblar la població en 80 anys i, d'aleshores a finals de segle, el creixement fou molt ràpid. El 1880 hi havia, a la futura conurbació, uns 650 000 habitants, xifra que es va doblar cap el 1920 i es tornà a doblar cap el 1960, quan ja se sobrepassaven els 2 300 000 habitants. Entre 15 i 20 anys més tard s'havien assolit ja, en l'espai metropolità, els 4 200 000, la qual cosa reflecteix la gran onada migratòria dels anys seixanta. En total, entre 1715 i 1975, la població de l'àrea es multiplicà aproximadament per 113, com ja hem indicat. Encara, doncs, que la població catalana, com la de molts països d'Europa occidental que ja han superat el període de l'anomenada transició demogràfica, hagi variat poc els darrers decennis, la tendència a la concentració de població a la conurbació fou molt clara fins el 1975.

Si hom llegeix les dades recents relatives al municipi de Barcelona, hom veurà, potser amb sorpresa, que aquesta ciutat ha perdut 300 000 habitants els darrers 20 anys, una població equivalent a tot l'Hospitalet (només l'any 1999, Barcelona perdé més de 21 000 habitants i, a propòsit, l'Hospitalet també en perdé més de 4000). Això no contradiu pas, tanmateix, la tendència general. Tenim un món creixentment urbanitzat i el nostre país no n'és una excepció. La població perduda per Barcelona o l'Hospitalet no ha tornat al món rural, sinó que ha fet créixer les ciutats de l'àrea i la regió de Barcelona,

sobretot de l'anomenada segona corona, i àrees de tipus suburbà. La pèrdua de població de Barcelona és una mera conseqüència de migracions a l'interior de la connurbació barcelonina, i un procés comparable al del buidat dels nuclis urbans antics constatat a moltes ciutats del món (les oficines substitueixen les famílies), i provocat per l'encariment de l'habitatge i de molts serveis. El conjunt de la connurbació no ha perdut població, encara que ha deixat de créixer. El que s'està produint és el pas d'una *ciutat compacta* a una *megalòpolis difusa*, el trànsit a la «*regió urbana*». Els túnels de Collserola i de Garraf, el metro del Vallès, són estructures vertebradores d'aquesta regió urbana. L'arribada del tren d'alta velocitat i altres infraestructures tendiran, en el futur, a reforçar els lligams de la nova metròpoli, estesa sobre una superfície molt superior. En la mesura en què la realitat està canviant, hom es pot qüestionar si segueixen servint els mateixos esquemes d'organització i de llenguatge. Existeix, avui encara, la ciutat com un ens clarament identificable? Què és, avui, per exemple, Barcelona? Però en aquest tema, recentment molt ben tractat per O. Nel-lo,⁴ no hi entrarem massa. No ens preocuparà la definició d'uns límits cada cop més evanescents, sinó els processos que tenen lloc lligats a la urbanització del territori.

Els mecanismes i les conseqüències del creixement

El desorbitat creixement urbà no es deu a un mer fet biològic, reproductiu. Les ciutats creixen, en gran part, per la immigració, sigui des de l'entorn rural relativament proper, sigui des de països de vegades molt llunyans, i ho fan a batzegades ràpides, gairebé violentes, com passà a Barcelona els anys seixanta, que no donen temps a una integració urbanística i social. En aquests processos, els col·lectius d'immigrants no sempre es dilueixen en la població autòctona, sinó que de vegades formen nuclis parcialment segregats, guetos sovint discriminats econòmicament i jurídica, i que mantenen una personalitat diferenciada. Qui mou realment els fils d'aquest procés és l'interès del capital industrial o agroindustrial i comercial en disposar de mà d'obra i ampliar mercats.

Les ciutats europees necessitaven enderrocar les muralles per permetre l'expansió de les activitats comercials i industrials. Ara, ens trobem en una nova fase en què a les forces econòmiques imperants els convé un altre model de ciutat. L'atracció d'immigrants té com a motor la cerca de mà d'obra relativament barata. Encara que, en part, la immigració es també un fenomen més o menys espontani per trobar noves esperances d'una vida millor, fóra ingenu no adonar-se que hi ha interessos locals que se'n beneficien i la pro-

voquen. Els nostres governs ens diuen constantment que la nostra expansió econòmica demana immigrants, mà d'obra. Hi ha un dolorós doble joc hipòcrita en tot això, perquè es vol atraure immigrants però amb costos mínims, amb una espantosa càrrega de patiment humà i amb escassa previsió dels conflictes socials generats per la difícil assimilació cultural. L'estratègia de certs poders polítics i econòmics per atreure mà d'obra barata es beneficia del cor de veus ben intencionades i utòpiques que defensen la multiculturalitat. Però rere aquestes veus, amb les que no costa gens simpatitzar, per desgràcia no hi ha quasi mai sinó una postura ètica i ideològica, i manca una reflexió profunda sobre els mecanismes, ritmes i processos de construcció d'una nova societat, tolerant i lliure.

A part d'aquests processos migratoris, el creixement del sistema urbà es pot deure a canvis demogràfics (les ciutats amb una població jove es comporten diferent que les d'estructura d'edats més equilibrada o envellida) i, en general, depèn de moltes decisions individuals que es prenen a escala de família, de cases o barris i repercuteixen a escales superiors. Aquest punt de la multiplicitat d'escales i el determinisme «de baix a dalt», des de decisions individuals a efectes generals, és molt important en la nostra manera d'acarar l'estudi, com posarem de manifest més endavant.

Algunes conseqüències dels canvis recents a Barcelona i altres ciutats europees

Les decisions urbanístiques, de vegades preses a corre-cuita i sota una forta pressió, tant especulativa com social, tenen la seva influència en l'evolució d'aquestes situacions. Massa sovint, no són sinó la resposta, directa o indirecta, a les demandes dels poders econòmics. Per desgràcia, si els processos de canvi urbanístic i demogràfic són, sovint, rapidíssims, els efectes socioeconòmics i culturals tenen, en canvi, una inèrcia considerable i s'allarguen en el temps diverses generacions. Avui vivim, en el nostre entorn, una nova onada migratòria, encara en els seus inicis i amb poc impacte demogràfic, majorment de procedència molt més diversa i llunyana que la dels anys seixanta, que fou bàsicament del sud de la península Ibèrica. Es tracta de persones, amb predomini magrebí i sud-sahelià, però amb molts sud-americans, europeus orientals, indostànics i xinesos, que cerquen allotjament sobretot en els barris del centre més envellit i devaluat, on ja abans de la seva arribada s'hi donaven bosses de marginalitat i delinqüència, i també en ciutats perifèriques dins la regió urbana barcelonina o, fins i tot, més enllà. La integració d'aquests immigrants és encara més difícil que les dels meridionals que arri-

baren els anys seixanta a Barcelona (o abans també a Milà o Roma, per exemple: el cinema neorrealista italià, especialment, ens en va deixar testimonis punyents), donat que les distàncies econòmiques i culturals són més grans. El procés s'ha donat abans, i en proporcions més grans, a moltes ciutats europees.

En quasi tots aquests processos, el comportament demogràfic dels immigrants es manifesta més dinàmic que el dels autòctons. Això és gairebé una regla ecològica, que s'observa en comparar diferents espècies: les poblacions amb més alt nivell d'organització territorial i social deixen menys descendents, però aquests són objecte de més protecció per part dels pares, assolint una major supervivència. Passa també si comparem poblacions diferents de l'espècie humana. Ara, les mesures d'higiene, el control de l'aigua potable, les vacunacions i els antibiòtics, entre altres factors, fan que la taxa de mortalitat s'acosti de manera relativament ràpida entre subpoblacions d'una mateixa ciutat, mentre que les taxes de natalitat, dependents de decisions de caràcter cultural i, en raó inversa, del grau d'emancipació de la dona, triguen més en respondre a la baixa en els col·lectius immigrants que procedeixen de cultures diferents. Per tant, *la taxa de creixement*, diferència entre les de natalitat i mortalitat, serà, almenys uns anys, potser uns dècennis, més alta entre els col·lectius immigrants. Això no és ni bo ni dolent en sí, però és indubtable que produirà importants transformacions que uns veuen amb por i altres saluden amb entusiasme, però que pocs semblen preparar amb polítiques a mig o llarg termini.

Hem assenyalat el paper de les forces econòmiques en generar demanda de mà d'obra per a la indústria. Però aquestes forces no es limiten a la indústria. El gran capital tendeix a desenvolupar potents centres comercials i a construir nova oferta d'habitatges. És més senzill, més barat, fer-ho en espais nous i, en el cas de les grans superfícies comercials, jugant amb els volums de vendes i un rígid control dels subministradors, oferir preus més baixos que el petit comerç intraurbà. La tendència a anar obrint noves grans superfícies comercials és un model ambientalment desastrós (i crec que també socialment), perquè comporta el tancament de botigues i l'empobriment ràpid dels mercats tradicionals, és a dir, la destrucció de l'autonomia dels barris. Els pisos situats en urbanitzacions perifèriques són més assequibles pel jovent, que abandona la ciutat per anar-hi a viure. Tot això són elements que generen el pas cap a la megalòpolis difusa. Les conseqüències són múltiples. Entre les ambientals, hi ha l'increment de la sectorialització de l'espai, la generació de més mobilitat (desplaçaments entre la llar i el centre comercial), acompanyada de contaminació i consum d'energia, més dependència de l'automòbil, etc. Naturalment, n'hi ha d'ordre social o econòmic, com la pèrdua de llocs de treball

en el petit comerç, com les creixents limitacions dels anomenats «presoners» de la ciutat, és a dir, les persones que tenen la mobilitat restringida per una raó o altra, i com la concentració del poder econòmic en poques mans, eliminant la competència i augmentant la dependència de tots amb relació a unes poques empreses multinacionals. Però no podem profunditzar en aquests aspectes, que el lector trobarà més ben descrits per sociòlegs, geògrafs i economistes.

Com a resultat de tots aquests i altres fenòmens, lligats al joc desigual de forces econòmiques, les ciutats dels països desenvolupats esdevenen socialment segregades i culturalment heterogènies. Processos semblants es viuen a Nova York, París o Londres des de fa molts anys. No cal amagar que tot això genera conflictes, que poden prendre, per exemple, lamentables aspectes racistes. L'acceptació de la diversitat és el camí moralment defensable. Però omplir-nos la boca dels avantatges de la multiculturalitat no és, en sí mateix, cap solució als problemes concrets. Més o menys, és com dir que els problemes de la justícia social es resoldrien si tothom fos bo. Insisteixo que el que ens cal són mecanismes d'integració, i sobre això encara hi ha molt per fer, fins i tot per inventar, a nivell institucional i social.

En resum, la tendència a la formació de regions urbanes, el creixement demogràfic, la segregació espacial de subpoblacions econòmicament, socialment i culturalment heterogènies, el col·lapse de les vies tradicionals de transport i la constant creació de noves infraestructures, així com el desenvolupament de noves tecnologies per a la comunicació, i el creixent impacte del fenomen urbà sobre processos ecològics globals o regionals d'extrema importància, configuren un panorama totalment nou, de crisi dels antics models urbans, sobre el que cal basar un urbanisme també profundament renovador. De fet, més que un urbanisme: una nova cultura urbana, molts dels elements de la qual encara no estan sòlidament establerts. Entre els elements d'aquesta nova cultura urbana hi ha, en un lloc destacat, els de tipus ecològic i ambiental, que han de centrar especialment la nostra atenció.

La globalització dels recursos

Veiem algunes xifres, relatives al consum de recursos, com un dels principals aspectes de l'acceleració que hem dit que caracteritzava el nostre temps. La mobilització anual mitjana per càpita de materials de tot tipus als països industrialitzats és d'unes 80 tones. El consum de materials total al món assolí 5700 milions de tones el 1975, però en només 25 anys ha pujat a 9500 milions, amb una taxa de creixement anual d'1,8 %. En el ma-

teix temps, la taxa de creixement anual de l'energia ha estat fins i tot una mica superior, d'1,9 %. És cert que, en conjunt, són valors molt semblants als de la taxa de creixement de la població (1,8 %), encara que molt desigualment repartits. Augmenta molt el consum de poblacions que no creixen demogràficament o ho fan poc, mentre les que sí creixen l'augmenten molt menys, en termes absoluts.

En canvi, la producció d'aliments ha crescut més que la població, en conjunt, encara que de forma bastant desequilibrada: mentre els cereals ho han fet amb una taxa del 2,7 %, els tubercles i les lleguminoses han estat per sota de l'1 %. El creixement de la producció agrícola es relaciona molt més amb l'ús d'adobs (que ha crescut a una taxa del 9,6 %) i de plaguicides que no pas amb un increment de les superfícies de conreu, que ha estat irrellevant: s'han perdut moltes terres de conreu per mal ús i s'han obert nous conreus tallant boscos, amb un canvi total escàs). Tot i així, el que més augmenta en la producció agrícola no és la producció d'aliments, sinó la de fibres. Els ajuts que es donen, teòricament per combatre la fam, el que fan és introduir més població en els mercats mundials i treure-la de l'agricultura de subsistència (sistemàticament infravalorada per les estadístiques). Paradoxalment, això augmenta els riscos en els subministraments, perquè el preu dels productes agrícoles baixa quan augmenta la producció,⁵ i molts dels que abans es produïen ells mateixos els aliments que necessitaven, sense entrar en els circuits comercials ni en les estadístiques de la FAO, ara han de vendre el que produeixen i comprar el menjar necessari amb els diners obtinguts, generalment pocs. El fet que les estadístiques oficials no considerin la producció per autoconsum treu credibilitat a algunes conclusions sobre la fam, que continua essent un fenomen associat a grans trastorns polítics i socials (guerres, sobretot, o desastres naturals episòdics, com sequeres, inundacions o cataclismes).

No resulta menys escandalós el fet que el cost de moltes matèries primeres, en general, hagi baixat (en moneda constant) des del 1960: el cost de l'acer, l'alumini i el plom s'ha reduït a la meitat, o més, el del petroli ha pujat amb moltes fluctuacions, i el del paper s'ha mantingut, per exemple. Tant l'evolució dels preus agrícoles com els dels materials mostren de quina manera els països desenvolupats controlen els mercats en benefici propi i posen el Tercer Món en creixent situació de dependència. Aquest és un element important del que s'anomena *globalització*: l'ús dels recursos de tots per uns quants. Els abusos estan provocant una resposta política contrària a la globalització que, en poc temps, ha adquirit proporcions notables i molta presència als mitjans de comunicació, però que està lluny de presentar gaire cohesió interna ideològica i estratègica. Tot i així, ningú en pot predir les conseqüències.

Les ciutats, sistemes oberts

En termes ecològics, les ciutats són sistemes bàsicament *heterotròfics*, és a dir, que depenen de la producció primària que es produeix a altres indrets. De forma directa o indirecta, s'ha estimat que la humanitat s'apropia del 40 % de la producció primària del planeta.⁶ Com que la població urbana és ja la meitat del total, més d'un 20 % de la producció primària total del planeta serveix per alimentar, també de manera directa o indirecta, les poblacions concentrades en el 2 % urbà del territori. Una cosa semblant passa amb les matèries primeres o l'energia. Les ciutats són sistemes que no produeixen aigua, aliments o energia, i, per tant, els cal un subministrament continuat. Enormes embassaments, canalitzacions, conduccions elèctriques i infraestructures i sistemes de transport s'ocupen de garantir els subministraments a les ciutats. L'home urbà fa ús d'aquests recursos i, atès que la matèria i l'energia es transformen, però no desapareixen, els retorna al medi, normalment en una forma de menys qualitat, o sigui, menys concentrada i menys aprofitable: dissipa energia en forma de calor, emet gasos a l'atmosfera, introdueix substàncies dissoltes o particulades en les aigües residuals, aboca deixalles sòlides que transporta a més o menys distància del lloc d'ús (fig. 1.3).

Com a resultat d'aquest funcionament de la ciutat, important recursos i exportant residus d'energia i matèria de baixa qualitat, no cal dir que els impactes sobre la resta del territori o el medi marí són importants: *ocupació de l'espai* per usos agrícoles, per estructures de transport, difusió urbana, abocadors, residències secundàries i usos recreatius, etc.; *fragmentació* d'aquest espai, amb pèrdues de biodiversitat; explotació molt intensa de certs recursos (per exemple, mineria, especialment a cel obert, tala de boscos, pesca, etc.); *consum d'energia i contaminació de l'aire i de l'aigua* deguts al transport; conversió dels rius en canals i embassaments; expansió d'espècies invasives exòtiques importades, sobretot, a través dels intercanvis des de la ciutat... Alguns problemes lli-



Figura 1.3 La ciutat com a sistema obert a la matèria i a l'energia. Els recursos (matèria i energia) entren: l'energia es transforma i dissipa en calor; els materials, en part, es dispersen com a contaminants gasosos, líquids o sòlids

gats a aquests repercuteixen directament en el territori urbà: la congestió de tràfic, les emissions de contaminants amb formació d'una cúpula d'aire alterat, que s'acompanya amb alteracions microclimàtiques, la mateixa concentració de població que comporta riscos afegits en cas d'epidèmia, etc. Aquests són, és clar, els més visibles i els que fa més anys han donat lloc a respostes per part de les autoritats locals. D'altres tenen els seus efectes molt lluny (a desenes o centenars de quilòmetres, per exemple, la inundació de valls per fer embassaments que garanteixin el subministrament d'aigua; o fins i tot a milers de quilòmetres, per exemple, la pesca, l'emissió de contaminants que circulen per l'atmosfera, etc.).

A Europa, es calcula que una ciutat d'un milió d'habitants necessita diàriament, en mitjana, 11 500 t de combustibles fòssils, 320 000 t d'aigua, 31 000 t d'oxigen i 2000 t de menjar, i que produeix 300 000 t d'aigües residuals, 25 000 t de CO₂ i 1600 t de deixalles sòlides.⁷ Aquestes xifres tendeixen a créixer, perquè el consum per habitant augmenta. A Amèrica del Nord estan força per damunt (es calculen, per exemple, unes 650 000 t d'aigua); al Tercer Món, molt per sota, però creixen arreu. Un exemple sobre el paper ambiental de les ciutats és la dada que ja hem donat segons la qual, tot i que només ocupen un 2 % de la superfície del planeta, produeixen el 78 % dels gasos d'efecte hivernacle.

No només augmenta el metabolisme urbà. El que s'anomena *canvi global* no és tan sols el canvi que les emissions contaminants indueixen en les condicions atmosfèriques (que té efectes sobre el clima) o sobre l'estat de les aigües i els sòls, sinó també el canvi d'usos del sòl. Doncs també creix l'ocupació de l'espai per àrees edificades. Cada cop necessitem més espai per a les nostres activitats, i això no depèn només del creixement demogràfic. Un exemple: a l'àrea metropolitana de Barcelona, el sòl construït durant els darrers 20 anys ha estat més que el construït en tota la història prèvia i, tanmateix, la població pràcticament no ha canviat en aquest mateix període. Davant d'aquestes xifres, i de les perspectives de creixement, és més fàcil entendre per quin motiu es fa indispensable analitzar l'ecologia de les ciutats. Ara, no cal dir que aquesta no és independent d'altres qüestions.

Naturalment, tant els aspectes socials com els sanitaris i ambientals depenen d'una sèrie de característiques, que varien d'unes ciutats a altres. Aquestes qüestions les examinarem en capítols posteriors. Veurem quina és la importància ecològica de l'estructura urbana, dels fluxos materials i energètics, de la demografia. Això ens permetrà entendre millor els efectes de la ciutat sobre la resta del territori i el grau de sostenibilitat de diverses alternatives de disseny del sistema urbà.

La ciutat i les serres

Com ja s'ha dit als mots preliminars, no és el propòsit de l'ecologia urbana, ni el d'aquest llibre, presentar la ciutat com la causa dels nostres mals, i confrontar-la amb una natura paradisiàca, tot i que aquest plantejament té una llarga tradició, en part relacionada amb punts de vista ideològics i religiosos. Però considerem les crítiques a la ciutat. Són molts els qui han vist en la ciutat llocs de vida frívola, desvinculada del contacte amb la terra i de la visió dels estels, de la natura i de la percepció de la grandesa de la creació divina. Les cites literàries en aquest sentit serien inacabables, i el títol de l'apartat vol recordar la famosa novel·la del portuguès Eça de Queiroz, de la que hem posat una frase a l'inici del llibre, en que Jacint, l'amic del narrador, passa de l'entusiasme per la vida urbana a la percepció de les seves febleses i la recuperació dels valors de la vida rural. Podem acceptar un fons de veritat en les crítiques d'aquest tipus. Els urbanites estan, efectivament, aïllats en un món, creat per la mà de l'home, en el que els és difícil percebre les dependències que continuen tenint respecte de la producció de la terra o, més en general, dels sistemes de suport de la vida a la Terra (que inclouen processos climàtics, aigua i aire de certa qualitat, etc.). Ens apareixen ací alguns aspectes psicològics i culturals que no es poden menystenir. Lewis Mumford ha estat un dels precursors en la defensa que la natura reconquisti la ciutat, en part per desfer aquest aïllament.

Un punt essencial per comprendre el que té de nou la perspectiva ecològica de les ciutats és que, fins ara, encara, l'home urbà no acostuma a entendre el funcionament heterotròfic de la ciutat, el seu paper en *processos que són del tipus font-embornal*. L'urbanita actua com si el menjar es fes als supermercats i les deixalles simplement desapareguessin, i esdevé prepotent i desdenyós amb relació al pagès o al pastor, per exemple. Pensem en un establiment humà més elemental: una masia. En un mas, el pagès sabia molt bé d'on calia portar els recursos, quants n'hi calien, fins a quin punt el subministrament n'estava garantit i quin esforç li suposava obtenir-los. També sabia on anaven les deixalles (en bona part, es quedaven a la masia, alimentaven els porcs o s'acumulaven). A ciutat, actuem *com si* el peix, la carn o la verdura que consumim fossin produïts al mercat on els comprem; *com si* l'electricitat es formés, miraculosament, en moure el commutador; *com si* l'aigua bruta desaparegués definitivament per l'embornal, o *com si* la bossa de deixalles es fes fonedissa cada dia sense deixar rastre. És evident que no succeeix d'aquesta manera, i en aquests casos tan clars qualsevol ho admet si se li pregunta; però, habitualment, estem des preocupats de l'origen i el destí dels materials

i l'energia que consumim. La nostra percepció de l'aigua de consum domèstic és molt miop: *comença a l'aixeta i acaba a l'embornal*. Aquesta inconsciència sistemàtica és una de les causes bàsiques dels problemes ambientals que estem generant. Es pot pensar que fa mil·lennis que hi ha ciutats i mai ha estat necessari tenir-ne una visió ecològica. Mai, fins ara. Perquè la nostra ignorància o desinterès sobre els processos font-embornal ha crescut molt, i la població que en participa també, a nivell planetari, així que ara sí que ens cal una visió ecològica.

S'ha dit també que a la ciutat s'està menys atent a allò que és essencial, s'està massa envoltat d'informacions irrellevants, de «sorolls» (en el sentit d'informacions irrellevants que amaguen les importants), que la ciutat és alienadora. Tot això és cert, i no només molts ho han criticat sinó que alguns n'han fugit per buscar la pau o la serenitat que no trobaven a la ciutat. Els propis urbanites segurament creuen, de manera majoritària, que és convenient fer-ho de tant en tant, i molts aspiren a viure en cases amb jardí i no en apartaments. Què explica, doncs, l'èxit històric i actual de les ciutats?

El futur és urbà

Donades les tendències mundials que s'han exposat, el títol d'aquest apartat sembla una conclusió fàcil i innecessària. En efecte, cada cop la gent viu més en *aglomeracions urbanes* (el terme ara és més precís que el de ciutat, que representa realment un tipus d'aglomeració clarament delimitada que està en vies d'extinció, tot i que seguirem parlant de ciutats per raons de comoditat), i no s'adverteix cap indicatiu general de canvi de direcció. Però no es tracta només d'afirmar una veritat banal, sinó transmetre una convicció més profunda, en contraposició amb les crítiques de l'apartat precedent. Les ciutats són una forma d'organització que ha representat un canvi progressiu substancial per a la nostra espècie.

La revolució urbana inicial es produí després del neolític, fa almenys uns 4500 anys, i és identificada per la presència d'un mercat i certs tipus d'artesans (ferro, fusta, cuir, etc.), i per una vida social organitzada en els aspectes religiosos (existència d'un o més temples) socials (existència d'un palau o casa principal, lloc de reunió, llocs de lleure), i en els subministraments (aigua, essencialment). Així es va veure d'immediat, que, com a forma d'organització, la ciutat és creativa, ja que permet reunir i comunicar-se, interactuar, a una gran diversitat de persones amb oficis i coneixements diversos: es pot dir que això és el que la defineix. Un aspecte important és que les primeres ciutats veritables apareixen quan s'abandonen les posicions encimbellades, protegides pel relleu, i

s'ocupa la plana, per bé que abans d'això existia ja un planejament, de vegades acurat i simbòlic, en la distribució dels edificis religiosos i administratius o dels barris. En ocupar la plana, es fa més fàcil el planejament dels carrers, com s'observa normalment a les ciutats romanes, però també en algunes ciutats molt anteriors, per exemple les hel·lenístiques com el cas de Milet, que posseïa, fa 2500 anys, una trama quadriculada semblant a l'Eixample, atribuïda al primer gran urbanista reconegut, Hipòdam (i encara cal advertir que la quadrícula és molt anterior, ja que segons sembla existia en ciutats indostàniques, egípcies i mesopotàmiques). La diferència principal entre la ciutat romana i aquests intents urbanístics anteriors no és el que hi hagi un planejament dels carrers i de la situació dels edificis principals. La ciutat romana és moderna perquè té molt més en compte el metabolisme que la bellesa i la situació. Els romans es preocupaven de garantir el subministrament d'aigua i l'evacuació d'aigües residuals, per exemple. En aquest sentit, la ciutat no és, ja, simplement, un poblat que creix, sinó un establiment concebut de cap i de nou, amb una voluntat planificadora, atenta, de manera especial, al seu propi funcionament metabòlic. Entre els romans, els aspectes pràctics esdevenen decisius, en front de motivacions religioses i simbòliques (com passava a Cuzco o a Pequín, on la població vivia a l'exterior de la *Ciutat*, o a tants altres llocs) o estètiques. Alguns estudiosos ho frívoltzen, dient que la cultura romana tenia una visió «anal» de l'urbanisme, en front del punt de vista estètic i artístic dels grecs. Els romans, simplement, van assumir que calia donar respostes als problemes funcionals. El seu exemple fou seguit més o menys parcialment. Durant la conquesta d'Amèrica, el Govern espanyol donava instruccions sobre algunes consideracions a tenir en compte a l'hora de fundar noves ciutats, en particular relacionades amb l'allunyament d'aiguamolls (considerats insans) o la proximitat a cursos fluvials per facilitar l'evacuació dels residus. En aquest sentit, afegim que algunes de les grans ciutats sud-americanes amb què els espanyols es van trobar eren molt ben equipades en aquests aspectes (i també més grans) en comparació amb les de la metròpoli.

El desenvolupament cultural va associat, al llarg de la història, al desenvolupament urbà, gràcies als avantatges que dona la facilitat d'interacció. No oblidem que el terme *civilització* té la mateixa arrel que la paraula *civitas* de la que deriva, potser de forma poc precisa, el mot *ciutat*, ja que, en realitat, la *urbs* o ciutat física, espai construït, és el continent de la *civitas*, que és l'organització social, política i cultural. Eren la gent que vivien a les ciutats, la ciutadania, els qui forjaven les civilitzacions. L'avantatge de la interacció de coneixements i habilitats que es concentren a les ciutats no ha desaparegut encara avui. A més d'innovació, les ciutats generen potencial econòmic i poder polític,

que estenen sobre territoris molt considerables: per això mateix van constituir la base dels imperis. Avui, encara, són les ciutats les que segueixen tenint el major pes en aquests aspectes.

Cal advertir, però, que la tendència a passar de la ciutat compacta a la ciutat difusa o regió urbana destrueix alguns dels avantatges tradicionals, ja que suposa un canvi de perspectiva fonamental: a la *ciutat compacta*, el carrer i la plaça, l'espai públic, són els llocs de trobada i interacció que garanteixen la funció essencial de la ciutat; a la *ciutat difusa*, l'espai públic és merament lloc de trànsit entre espais tancats, la casa i la feina, trànsit que es fa en automòbil essencialment, de manera que la funció d'interacció i trobada disminueix considerablement. Per O. Bohigas, només la ciutat compacta és, realment, ciutat, civilitat, i penso que té raó, però, ens agradi o no, seguirem anomenant ciutat a noves realitats que ja no en tenen les característiques. Dit d'una altra manera, la ciutat ha estat essencial per al desenvolupament cultural de la humanitat, però no és gens clar que la ciutat «esclatada» segueixi tenint aquest paper positiu. De moment, hi ha motius per dubtar-ne.

Alguns creuen que l'immens increment de la capacitat de comunicació a distància que donen les noves tecnologies permetrà una certa redifusió de la població, perquè existiran *ciutats virtuals* capaces de suplir les funcions creatives de les ciutats reals. És possible, tot i que no necessàriament sigui desitjable, ni socialment ni ambientalment. Personalment, apostaria encara per les ciutats reals o el que queda d'elles. Unes ciutats que, això sí, han d'assumir un conjunt de reptes de cara al futur, com hem vist abans i com es pot deduir del que acabem d'esmentar amb relació als canvis que s'estan produint. Hi apostaria, però potser es tracti d'una aposta arriscada. Les ciutats compactes que coneixem i estimem estan en crisi o són història, i les noves ciutats potser no podran superar aquests reptes.

Ciutat i ecologia

Quan es considera la realitat, creixement urbana, de les societats humanes, esdevé ridícul pretendre parlar de medi ambient i sostenibilitat sense tenir ben present aquesta realitat. I, tanmateix, la majoria de llibres d'ecologia i molts llibres sobre el medi ambient s'han desinteressat del paper de les ciutats. Les ciutats han estat considerades l'objecte d'estudi d'altres experts, arquitectes, urbanistes, geògrafs, sociòlegs, historiadors, economistes que sovint creuen que el mer fet de parlar d'ecologia urbana és una prova irrefutable de reduccionisme o que els ecòlegs defensen una visió «anal» de la ciutat, com

s'ha dit dels romans. Intentarem demostrar que no tenen raó: no es pot abordar la qüestió ambiental sense aprofundir en la qüestió urbana, i aquest aprofundiment requereix, és clar, les aportacions de tots aquests especialistes, però també d'una nova manera d'organitzar certs coneixements, que anomenem *ecologia urbana*. Sense estudiar el funcionament ecològic de les ciutats, els ecòlegs no podran progressar en molts aspectes de la seva interpretació de la realitat. Però creiem que les altres disciplines també es beneficiaran dels progressos en ecologia urbana.

En la mesura en què la preocupació ambiental ha arribat als responsables de la gestió urbana, l'expressió ecologia urbana s'ha traduït per les administracions, essencialment, en temes com la reducció de la contaminació atmosfèrica i el soroll, el reciclatge de residus i poca cosa més. Per exemple, un escombriaire de carrer passa a ser un operador ecològic i els serveis de neteja i recollida de residus s'integren en una regidoria, conselleria o ministeri de Medi Ambient que no fa gairebé cap altra cosa. Intentaré també demostrar que aquesta és una visió massa merament «anal», no només demagògica sinó molt miop. Els continguts de l'ecologia urbana van força més enllà.

Al llarg del llibre, s'intentarà demostrar també que la tossuda realitat dels processos ecològics bàsics que tenen lloc a múltiples escales és difícil de tractar des d'un sistema institucional que, tot i ser també multiescalar, sovint no fa correspondre bé els diferents àmbits d'actuació amb els àmbits en què tenen lloc els processos. D'altra banda, com que els darrers anys, de fet, i sobretot després de la conferència de Rio, el discurs de la sostenibilitat ha començat a impregnar les formulacions del futur de les ciutats, s'haurà de parlar de sostenibilitat i de les limitacions d'aquest discurs.

Anem doncs a veure què entenem per ecologia urbana, quina és l'aportació que pot fer al coneixement de la ciutat i com pot ajudar a fer-la menys insostenible.

Notes

- ¹ H. Weiss, R.S. Bradley: «What drives societal collapse?», *Science* 2001; 26 de gener: 291.
- ² Worldwatch Institute: *L'estat del món 2000*, Barcelona, Centre UNESCO de Catalunya, 2000.
- ³ N.B. Grimm: «Integrated approaches to long-term studies of urban ecosystems», *BioScience Online* 2000.
- ⁴ O.Nel-lo: *Ciutat de ciutats*, Empúries, Barcelona, 2001.
- ⁵ R. Fernández Alés, O.T. Solbrig: «Are famine and malnutrition questions of supply and demand? Implications for environmental rural sustainability», a: O.T. Solbrig, R. Paarlberg, F. di Castri: *Globalization and the rural environment*, Cambridge, Massachusetts (EUA), Harvard University Press, 2001.

⁶ J.A. Garí: «The human appropriation of net primary production (HANPP)». Tesi del Màster en Ecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, UAB, 1998. I també, P.M. Vitousek, P.R. Ehrlich i P.A. Matson: «Human appropriation of the products of photosynthesis», *BioScience* 1988; 36: 368-373.

⁷ European Environmental Agency: *Europe's environment*, The Dóvrís Assessment, Copenhagen, 1995.

2 L'estudi de l'ecologia urbana

La ciutat és un fenomen complex, que, com hem dit, pot ésser estudiat des de molts diversos punts de vista, cap dels quals esgota el tema ni en dóna una visió prou comprensiva com per excloure o superar la resta. Però, per entendre el punt de vista de l'ecologia, diguem que es basa en considerar la ciutat com un *ecosistema*. Fou durant els anys setanta quan els ecòlegs es començaren a interessar per les ciutats considerades com ecosistemes. Hi havia alguns precedents en l'ús de termes ecològics aplicats a les ciutats, des del 1925, però es tractava d'una mera translació d'aquests termes a la sociologia, feta pels sociòlegs de l'Escola de Chicago¹, translació que no es mostrà especialment fructífera.

Alguns ecòlegs, d'altra banda, s'havien interessat per l'estudi de *la natura a les ciutats* (quines plantes o quins ocells, insectes, etc. es troben a les ciutats, i en quins ambients) i parlaven d'*ecologia urbana* per referir-se a aquest tema concret que podríem descriure com la història natural de les ciutats. Encara avui es manté aquest ús i, si el lector busca els termes «urban ecology» a Internet en trobarà diverses mostres, com a la plana de The Centre for Urban Ecology de Washington.² L'aproximació ecosistèmica a l'ecologia urbana, és a dir, l'aplicació de les idees sobre *fluxos de matèria i energia* en ecosistemes urbans, preveient tant el *metabolisme endosomàtic* (els materials i l'energia que passen pel cos dels habitants de la ciutat) com l'*exosomàtic*, també dit extrasomàtic (els materials i l'energia que s'empren en fer cases, desplaçar vehicles, fer anar instal·lacions industrials o serveis com l'aigua potable o l'enllumenat, etc.), arriba amb retard: força després que es fessin els primers estudis de fluxos en ecosistemes antropògens

més senzills, que estaven essencialment centrats en societats caçadores-recol·lectores o agrícoles, dels que foren pioners autors com Rappaport o Pimentel.

El primer gran projecte sobre ecologia urbana fou el dirigit per S. Boyden i el seu equip d'investigadors australians a Hong Kong, una ciutat que, essent al mateix temps una illa i, llavors, un Estat, tenia molts avantatges a l'hora de fer una anàlisi quantitativa, ja que es disposava de bones estadístiques oficials d'entrades i sortides. El llibre que resumia els resultats dels diversos estudis no es publicà fins el 1981.³ L'estudi de Hong Kong mira de prendre en consideració les interrelacions entre tots els aspectes, biòtics, abiòtics, culturals i socials, en els seus diversos nivells (individual, familiar, social, regional...), sense oblidar temes com la creativitat i el grau d'implicació. És interessant que l'estudi mira d'introduir en els seus models l'estat de l'ambient natural, com a determinant per a la salut i el sentiment de benestar de la població, una qüestió que apareix recurrentment en la història de l'urbanisme i la sanitat des dels grecs.

A Europa, els conceptes de l'estructura i el metabolisme urbà havien interessat P. Duvigneaud i S. Denaeayer a Brusel·les, que feren un cert nombre de publicacions sobre el que anomenaven *ecosistema URBS* també durant els anys setanta.⁴ A Tokio es realitzaren nombrosos treballs dirigits per Kimura, sobre diversos aspectes de l'ecologia urbana.

L'obra de C.A. Doxiadis *Ecology and Ekistics*,⁵ publicada el 1977, qüestionable en molts aspectes (per exemple, les propostes d'ecumenòpolis defensades per Doxiadis semblen més aviat esglaiadores, tot i que potser siguin premonitòries), és important sobretot pel fet d'haver pretès el seu autor crear l'*equística* com a ciència dels assentaments humans que aspira a estudiar les ciutats com a entitats per elles mateixes. També és interessant per la consciència que mostra sobre la importància de certs aspectes ecològics. Doxiadis fa especial èmfasi en la categorització dels territoris urbans en *naturàrees*, *culturàrees*, *antropàrees* i *industrialàrees*. Aquests tipus principals es subdivideixen en un total de 12 tipus de subàrees, que van des de la vida salvatge real fins a la indústria pesant i de residus. Bàsicament, hi ha dos criteris: el grau d'influència humana sobre els sistemes naturals i el nivell de densitat humana en els espais construïts.

La sistematització de Doxiadis dels tipus d'àrees segueix els mateixos criteris bàsics en què es basa el *Mapa Ecològic de Brusel·les*, de Duvigneaud i Denaeayer-DeSmet. A partir dels nostres contactes amb el grup belga, a la Universitat Autònoma de Barcelona vam iniciar també alguns treballs amb estudiants que conduïren a la confecció del primer *Mapa Ecològic de Barcelona* ja durant el curs 1977-78. Entre 1980 i 1982, primer amb l'ajut del desaparegut Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales (CIFCA), i després amb un programa UNESCO en conveni amb l'Ajuntament de Barcelona, vam elaborar

l'estudi que donà lloc al llibre *Ecologia d'una ciutat: Barcelona*,⁶ en el qual aplicàvem l'anàlisi de fluxos de matèria i energia. Un intent semblant al nostre, encara que amb diferents èmfasis, el van fer per a la Comunitat Autònoma de Madrid J.M. Naredo i J. Frías.⁷

També aquells anys vam proposar la creació d'un Institut d'Ecologia Urbana (que només existí uns anys sobre el paper, com editor d'uns quants llibres sobre aspectes de percepció i funcionament del sistema urbà barceloní) i vam preparar l'exposició «Barcelona funciona: ecologia d'una ciutat», que tingué lloc a l'hivernacle del Parc de la Ciutadella entre octubre de 1986 i gener de 1987. Posteriorment, l'interès de l'Ajuntament de Barcelona en el tema va semblar decaure, i l'Institut d'Ecologia Urbana acabà desapareixent igual que fou creat, sense cap decisió oficial, tot i que els treballs fets a Barcelona havien tingut algun ressò, fins i tot internacional. Només molt recentment s'ha creat una Agència d'Ecologia Urbana, promoguda per S. Rueda. En l'esquema municipal, el medi ambient era aquells anys cada cop més qüestió de deixalles, contaminació atmosfèrica i soroll. En realitat, però, s'ha d'admetre que la pèrdua d'interès pel tema no era només ací.

En efecte, entre els ecòlegs d'arreu, durant la dècada dels vuitanta, s'imposava una visió diferent de l'ecologia, menys ecosistèmica i més poblacional, i quedaven pocs grups que seguissin treballant sobre fluxos de matèria i energia, i menys encara en sistemes urbans. Una expressió del relatiu poc èxit del tema la trobem en el fet que el primer Informe Dóvris de l'Agència Europea del Medi Ambient, del 1995, escollia l'exemple dels fluxos d'aigua a Barcelona, tret del nostre treball de deu anys abans, cal suposar que a manca d'estudis europeus més recents. Fou una llàstima en tot cas, que a Barcelona el govern municipal no es mantingués més atent a aquesta qüestió, ja que les grans transformacions d'aquells anys (finals dels vuitanta i primers dels noranta) es van fer sense cap consideració especial pels aspectes ecològics, i sens dubte es perdé una gran oportunitat de fer una experiència positiva amb la Vila Olímpica.

Alguns economistes ecològics, però, continuaren interessant-se en els plantejaments «metabòlics» dels ecòlegs, i el millor exemple a Espanya és el de Naredo.⁸ Que fossin més economistes heterodoxes que no ecòlegs els qui mantinguessin l'atenció sobre els intercanvis materials i energètics de les ciutats entre mitjans dels vuitanta i mitjans dels noranta és un fet curiós i, al meu entendre, d'alguna manera significatiu amb relació al funcionament de la ciència oficial. De tota manera, a casa nostra, alguns estudiosos van seguir treballant sobre l'aproximació ecològica al fet urbà, i el 1995 S. Rueda va publicar el seu llibre *Ecologia urbana*,⁹ que prenia un punt de vista un xic diferent al basat en els fluxos, més atent a l'ús de paràmetres inspirats en l'ecologia i la termodinàmica per tractar temes relacionats amb l'urbanisme i el transport. Posteriorment, J. Bertran¹⁰ ha

tractat els temes de l'organització territorial a escala metropolitana amb una òptica que també té un dels seus pilars en consideracions ecològiques i físiques.

A partir de 1992, i de la cimera de Rio, el tema de les Agendes 21 i de la sostenibilitat va fer reprendre l'interès pels estudis de caire ecològic, i aquest interès ha anat en augment a mesura que s'endegaven les Agendes 21 locals. En aquest context, s'ha desfermat el que en podríem dir una falera pels indicadors ambientals. En un capítol posterior, ens ocuparem dels indicadors. El fet és que, arreu del món, tornen a sortir aproximacions a l'ecologia urbana. El ja esmentat primer Informe Dóvris del 1995 tracta extensament l'ecologia urbana. Un ecòleg molt conegut, S.T.A. Pickett, s'ha mostrat especialment actiu, coordinant el projecte sobre Baltimore dins la xarxa d'investigació ecològica a llarg termini (LTER) nord-americana.¹¹ Els treballs actuals dels ecòlegs americans, a Baltimore i Phoenix sobretot, posen l'èmfasi en els següents temes:

1. Quins són els fluxos d'energia i matèria i com canvien al llarg del temps?
2. Com es relaciona l'estructura espacial dels factors ecològics, físics i socioeconòmics amb el funcionament de l'ecosistema?
3. De quina manera els habitants de les metròpolis poden desenvolupar un ús i comprensió de les mateixes com a sistema ecològic, per millorar la qualitat del seu medi i de la seva vida quotidiana?

Conceptualment, i metodològica, s'han produït canvis importants amb relació als estudis metabòlics dels anys vuitanta, que desenvoluparem més endavant.

A Barcelona, i com a resultat dels processos derivats de la cimera de Rio de Janeiro, diversos municipis i diputacions han reprès els estudis sobre metabolisme urbà.¹² S'han proposat també llistes d'indicadors;¹³ s'ha treballat sobre la petjada ecològica¹⁴ i, al CREA, hem refet el *Mapa Ecològic de Barcelona*,¹⁵ actualitzant-lo i comparant-lo amb la versió digitalitzada del de 1978. A escala europea, proliferen els intents d'unificar esforços i trobar metodologies comparables de mesura i seguiment de tendències, com veurem en parlar dels indicadors.

Què és l'ecosistema urbà

Podem definir l'*ecologia urbana*, d'una forma senzilla, com l'estudi dels ecosistemes urbans. Però anem a veure més concretament què entenem per *ecosistema urbà*. Quan parlem d'ecologia, ho fem en el sentit estricte de disciplina científica que estudia els

sers vius i llurs interaccions, entre ells i amb la matriu física que constitueix el seu biòtop. L'*ecosistema* és un sistema ecològic (una part de la biosfera) format per un conjunt d'espècies que interactuen en el sí d'una matriu ambiental. En definim els límits segons les nostres conveniències d'estudi, ja que qualsevol sistema que escollim serà obert a la matèria i l'energia, encara que procurarem fer que els límits escollits tendeixin a minimitzar, relativament, els fluxos que els travessen. Per exemple, és més raonable estudiar un llac com un ecosistema que estudiar un cert nombre de metres cúbics d'aigua d'aquest llac, però això darrer no és necessàriament absurd. De fet, siguin quins siguin els límits que imposem a l'ecosistema, sempre quedaran fluxos que els travessaran, i que connectaran el nostre ecosistema amb els veïns.

El problema dels límits es complica quan estudiem sistemes humans, però potser la solució sigui la mateixa que en ecologia. El programa europeu EUROSTAT intenta dissenyar i provar un mètode de delimitació de les aglomeracions urbanes emprant teledetecció i sistemes d'informació geogràfica (SIG). En aquest cas, cada *unitat administrativa* es considera pertanyent a una aglomeració urbana quan el nucli de població de la unitat és contigu al conjunt de l'aglomeració i més del 50 % de la unitat està construïda. Aquests plantejaments poden tenir alguna utilitat per estudis concrets, però ignoren el fet bàsic que el territori és un mosaic de peces heterogènies, a la seva vegada dividides en altres peces heterogènies, és a dir, que hi ha heterogeneïtat a múltiples escales i les escales estan jeràrquicament organitzades, un punt de vista habitual en l'ecologia moderna. O. Nel-lo¹⁶ ha tractat el tema dels límits de les ciutats i les diferents possibilitats per establir-los des d'una perspectiva més social: s'han mirat d'usar criteris d'estatut jurídic, continuïtat de l'espai construït i densitat de població, àrees funcionals, serveis i les seves jerarquies. La seva conclusió és que no té utilitat mirar de definir la ciutat en abstracte sinó comprendre el procés d'urbanització. Això és el mateix que fan els ecòlegs, interessar-se més pels processos que per la definició precisa dels objectes, admetent l'heterogeneïtat i la jerarquia en l'estructuració de les peces del mosaic territorial.

Això no vol dir que no existeixin límits. N'hi ha, i tenen influència en el funcionament. El problema és que n'hi ha massa i de massa diferents tipus. Les ciutats i altres territoris estan organitzats d'acord amb uns límits administratius que no es corresponen necessàriament, ni amb la realitat socioeconòmica ni amb l'ecològica. Podríem pensar que són límits poc interessants des del punt de vista científic. No obstant, això no és cert, ja que aquests límits són efectius en molts sentits. D'una banda, la informació sobre molts processos importants es recull fraccionada, ja que depèn de diferents administracions en diferents parts del territori. Pot ser que, fins el límit d'un municipi, disposem de bona

informació, amb un gran nivell de detall, i que, al municipi veí, la situació sigui diferent. Això complica qualsevol tipus d'estudi sobre processos estesos en territoris amples, d'escalas situades entre el municipi i el país. Encara ho complica més que qui demandi i pagui els estudis sigui una administració concreta, que no voldrà normalment cobrir àmbits més grans que els que li corresponen. D'altra banda, i molt més important, les decisions polítiques i de gestió que es prenen dins d'un ajuntament, per exemple, poden estar determinades no per la lògica dels processos generals, sinó per qüestions estrictament locals. Tots hem vist canviar la qualitat d'una carretera en canviar de municipi, tot i que la funció de la carretera segueix essent la mateixa a una i altra banda del límit.

Tot això explica que sigui difícil emprendre polítiques adients amb les dimensions de cada procés real, i que molts indicadors emprats tinguin una significació de difícil interpretació científica, en no referir-se al procés en conjunt sinó a un territori administratiu. Per exemple, a Barcelona baixa la població i marxa la indústria i, per tant, el consum d'aigua de la ciutat disminueix. Però la gent i les indústries no han desaparegut, només s'han traslladat fora del terme; per tant, el consum d'aigua calculat pel municipi no indica cap tendència real de la població i de la manera de funcionar de la societat amb relació a la sostenibilitat. Tindrem oportunitat de tornar a aquest tema més endavant.

En resum, qualsevol límit que establim talla connexions entre el que queda dins i el que queda fora. El creixement difús de les ciutats fa molt difícil aplicar un criteri morfològic senzill (com podia existir quan les ciutats tenien muralles, que eren, de fet, el caràcter definitori de ciutat per a tothom) i el creixement dels intercanvis i del transport horitzontal fan també discutibles els altres criteris. Com en ecologia, l'estudiós haurà de decidir quin sistema estudiar, en funció de les preguntes que es plantegi. Donat que les diverses disciplines urbanístiques fa temps que tenen dificultats per parlar de ciutat en tractar d'estructures urbanes cada cop més esteses i interconnectades, i davant l'evidència que les ciutats tradicionals canvien i apareixen sistemes molt més difusos, alguns autors han proclamat la mort de la ciutat com a concepte utilitzable per les disciplines relacionades amb l'urbanisme. O, nel·lo suggereix que la dicotomia ciutat-camp és un anacronisme. Les ciutats ja no tenen límits definits, de manera que la percepció de la ciutat real, dels seus límits, per part dels seus habitants depèn de les activitats i desplaçaments del nucli familiar. La percepció dels estudiosos, com passa en ecologia, depèn doncs del problema que s'estudia i els límits de l'ecosistema urbà són decidits en cada cas convencionalment en funció de l'objectiu de l'estudi. Per això és defensable que, en l'estudi científic del fenomen urbà, es parli no de ciutats sinó de sistemes o ecosistemes urbans.¹⁷ Però això, en contra del que pot semblar d'antuvi, no és necessàriament una

bona notícia per la defensa del punt de vista ecològic, ja que, com en els temps dels sociòlegs de Chicago, es pot emprar el terme sense els continguts conceptuals. Convé que insistim una mica més en aquests continguts.

És la ciutat un ecosistema?

Els *ecosistemes*, com els organismes, són, des d'un punt de vista termodinàmic, sistemes allunyats de l'equilibri que s'autoorganitzen a costa de provocar increments en el nivell de desordre o entropia en el medi que els volta. És a dir, bombegen contínuament energia d'aquest medi i el dissipen en formes no aprofitables (calor, gasos, etc.). Sense aquesta entrada contínua d'energia, no podrien augmentar el seu ordre intern. Per això es consideren *estructures dissipatives*. De fet, també bombegen materials, que acaben en forma de partícules no aprofitables. Les ciutats i els sistemes socioeconòmics d'escalas més grans són també estructures dissipatives. No han deixat de dependre d'uns ingressos energètics i materials que procedeixen, en darrer terme, del medi natural (*ingressos naturals*), que en conté una quantitat finita (en terminologia econòmica, un *capital*), ja que el planeta no creix. I la dissipació es tradueix en increment de desordre en el medi natural. Si es consumeix una quantitat superior als «ingressos naturals», es redueix el «capital natural». I aquest es veu afectat també per l'abocament resultant de la dissipació, de manera que disminueix la qualitat d'aire, aigua i sòl, la superfície forestal, la biodiversitat, etc. (fig. 2.1).

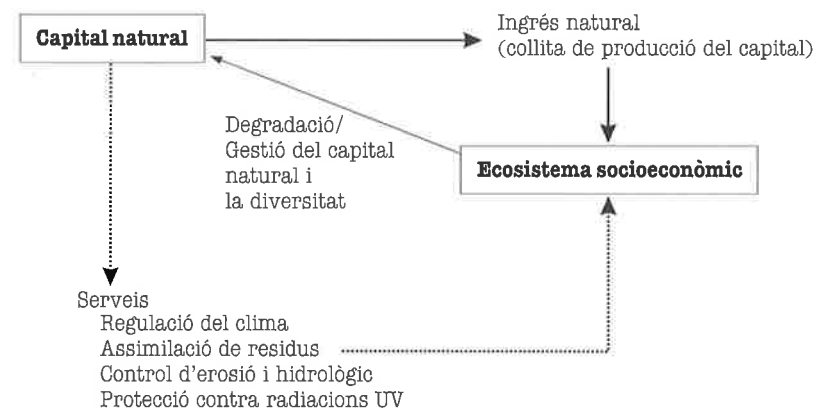


Figura 2.1 Relacions entre els sistemes socioeconòmics i els naturals, inclosos els «serveis» que la natura fa als sistemes socioeconòmics

La ciutat, creada i habitada per éssers vius, és una part de la biosfera, i es comporta també com un sistema dissipatiu, així que considerarem la ciutat com un *sistema ecològic*, com un ecosistema de ple dret, però cal justificar una mica aquesta opció. En primer lloc, ens cal aclarir si la ciutat té totes les característiques dels sistemes ecològics. En segon lloc, cal mirar de convèncer als possibles crítics (és una polèmica vella, però per a molts encara és nova) que no pretenem fer cap reducció biològica d'un fenomen complex, humà i social com és l'urbà. El que defensem és que la ciutat és un ecosistema i que veure-la així pot ser útil, no que *només* hagi de considerar-se com un ecosistema.

El component biòtic, o *biocenosi*, d'un ecosistema urbà és una comunitat biològica dominada per l'espècie humana. L'home és una espècie de les que es coneixen com a constructores, és a dir, d'aquelles que aixequen estructures i organitzen l'espai. Altres exemples d'éssers vius constructors són els tèrmit, les formigues, les abelles, els castors, els coralls, els estromatòlits.¹⁸ També els arbres: la major part de la fusta és matèria orgànica morta, i amb ella es construeix una estructura complexa per augmentar la superfície de captació de recursos i garantir-ne la conducció. En tots aquests casos, com a les ciutats, els «artefactes», les estructures mortes construïdes, permeten exercir un control sobre el medi físic, o biòtop.

Comencem per veure quins aspectes de les ciutats tenen alguna relació amb l'ecologia. Si agafem un text d'ecologia general qualsevol, segurament presentarà una sèrie de blocs o divisions que corresponen als diferents nivells d'aproximació i perspectives que s'empren en l'estudi dels sistemes naturals. Alguns d'ells almenys són fàcilment aplicables també a les ciutats. Entre aquestes divisions clàssiques dels textos d'ecologia tenim:

- **La concepció jeràrquica de l'organització de la biosfera.** L'ecologia estudia fenòmens i processos al llarg d'una sèrie esglaonada d'escala d'aproximació. En els nivells jeràrquics inferiors (per exemple, les poblacions uniespecífiques) es produeixen *interaccions dinàmiques* i canvis que poden ajudar a explicar processos a nivells superiors com el de comunitat o paisatge, però de vegades la dinàmica del nivell inferior no es tradueix en inestabilitat en variables corresponents als nivells superiors, on s'integren com meres oscil·lacions locals que no afecten els valors estadístics sintètics. Els nivells superiors actuen sobre els inferiors imposant *constriccions*. Els sistemes urbans contenen també una jerarquització d'escala. Hi ha components de vida curta i petites dimensions, com les persones, si es comparen amb els edificis, i aquests duren menys i són menors que el nucli urbà. Quan ens situem en un determinat nivell d'estudi en ecologia, emprem el coneixement del que passa en el nivell inferior des del punt de vista de les interaccions

entre els components i, normalment, podem interpretar aquesta dinàmica amb models mecànics relativament precisos: per exemple, es pot conèixer bé el comportament ecofisiològic d'una espècie, fer models que expliquin el creixement dels individus en funció de variables ambientals com la llum, l'aigua o els nutrients disponibles, i afegir-hi interaccions competitives o altres per escalar, des d'aquests models, a altres que simulin el comportament d'una massa forestal. Són models que van *de baix a dalt* en la jerarquia d'escala. A vegades, els ecòlegs parteixen d'informació obtinguda a partir de mapes o per teledetecció, sobre variables relatives a territoris extensos, i miren de seguir el procés oposat, *de dalt a baix*. Normalment, les variables del nivell superior actuen sobre les de l'inferior com constriccions. En ecologia urbana veurem que existeix una multiplicitat d'escala similar i una jerarquització, i que es compleixen les mateixes regles de què, de baix a dalt, compta la dinàmica d'interacció i sempre és més fàcil tenir models més precisos pels nivells més baixos, mentre que de dalt a baix hi ha constricció i els models pels nivells superiors són més grollers. Tanmateix, l'estudi de cada nivell és legítim, es defineixen variables apropiades en cada cas i es poden treballar models en les dues direccions.

- **L'estudi del biòtop o medi físic,** és a dir, geomorfologia, substrat geològic, hidrologia o clima, per exemple, com a factors determinants de l'activitat biològica. A les ciutats, aquests factors naturalment també hi són, i determinen aspectes ben diversos de la dinàmica, l'estructura i el funcionament urbans. Meteoròlegs, geògrafs i geòlegs acostumen a ser els estudiosos de les qüestions esmentades, però els urbanistes no les han ignorat o, almenys, les han considerat parcialment des de molt antic, a l'hora de decidir localitzacions per exemple. L'ecòleg s'interessa per elles sempre, i també en el cas de les ciutats, com a condicions per a la vida dels organismes (home i altres), com a modificadors de les interaccions entre ells (és a dir, de relacions depredador-presa, paràsit-hospte, de competència, etc.) i, finalment, i molt important, com a constriccions o factors que influeixen en els intercanvis de matèria i energia a nivell de tot el sistema ecològic. Per exemple, ningú pot dubtar que les condicions de temperatura pròpies del clima d'una ciutat tenen a veure amb coses tan diverses en dimensions i característiques com la mena de plantes ornamentals que es poden emprar en els jardins i balcons, certes solucions constructives o el consum global d'energia de la ciutat. Tractarem més a fons aquests aspectes en tractar de l'estructura urbana, en el capítol següent.

- **L'estudi de les poblacions biològiques,** essencialment des del punt de vista demogràfic (taxes de creixement i mortalitat, estructura d'edats i altres paràmetres), de

les seves distribucions en l'espai i de les seves interaccions amb altres poblacions. En el cas de les ciutats, i si ens interessem sobretot per l'espècie humana, no són habitualment els ecòlegs, sinó els demògrafs, els qui s'ocupen d'aquests temes. Si hi afegim els aspectes relacionats amb la distribució d'ocupacions dins la societat, els grups socials diferenciats i els respectius comportaments, entrarem en el terreny dels sociòlegs. Són importants els temes del parasitisme i l'epidemiologia, qüestions demogràfiques que impliquen altres espècies, a més de la humana, i que pertoquen sobretot al món de la sanitat. Tanmateix, dins l'ecologia urbana poden ser interessants també altres poblacions, com coloms, gavines, cotorres, gats, gossos, etc., per diferents causes, i sovint cal conèixer-ne l'evolució demogràfica per prendre mesures de control, tema aquest que pot estar en mans de zoòlegs, ecòlegs o veterinaris. Una visió ecològica de la ciutat, s'interessarà per les dades fornides per tots aquests diferents especialistes en elles mateixes (per exemple, la presència d'espècies invasores i en expansió, com passa a Barcelona amb les cotorres de pit gris *Myopsitta monachus*; és un fenomen ecològic prou interessant), i també com a *condicionadores* de fenòmens a escala del sistema ecològic: així, més població humana, o bé una població més jove, o que sigui més activa en el camp industrial, són característiques que tindran conseqüències diferents que les característiques oposades en la demanda i consum d'energia i materials del conjunt urbà i en el creixement d'aquest sistema. Naturalment, la dinàmica demogràfica humana d'una ciutat està fortament relacionada amb la seva evolució estructural (fig. 2.2).

En aplicar els models dels demògrafs a poblacions animals i vegetals, els ecòlegs han aportat alguns conceptes als que s'ha atribuït importància per a la comprensió de la dinàmica ecosistèmica, però que resulten massa simplificadors per ser realment útils. Alguns d'aquests conceptes són els que es refereixen a la dinàmica de les poblacions, al seu creixement, en particular el *potencial biòtic* (o capacitat intrínseca de la població per multiplicar-se), i la *capacitat de càrrega* del medi, que se sol definir per la població màxima de l'espècie considerada que els recursos del medi són capaços de suportar per un temps indefinit, sense una crisi en la productivitat del sistema. En els gràfics de la figura 2.3, *n* representa el nombre d'individus de la població i *K* el màxim valor d'*n* que el medi pot suportar (la seva capacitat de càrrega per l'espècie). A la primera gràfica, no hi ha limitacions pel medi, i el creixement de la població és exponencial, a la segona sí que n'hi ha (recursos d'aliment o espai limitats) i la corba es de tipus logístic, disminuint el creixement de forma gradual quan la població s'acosta a la capacitat de càrrega del medi.

Pel que fa al potencial biòtic, l'espècie humana no presenta massa peculiaritats amb relació a d'altres. De fet, qualsevol espècie, tant si es reproduïx amb taxes elevades

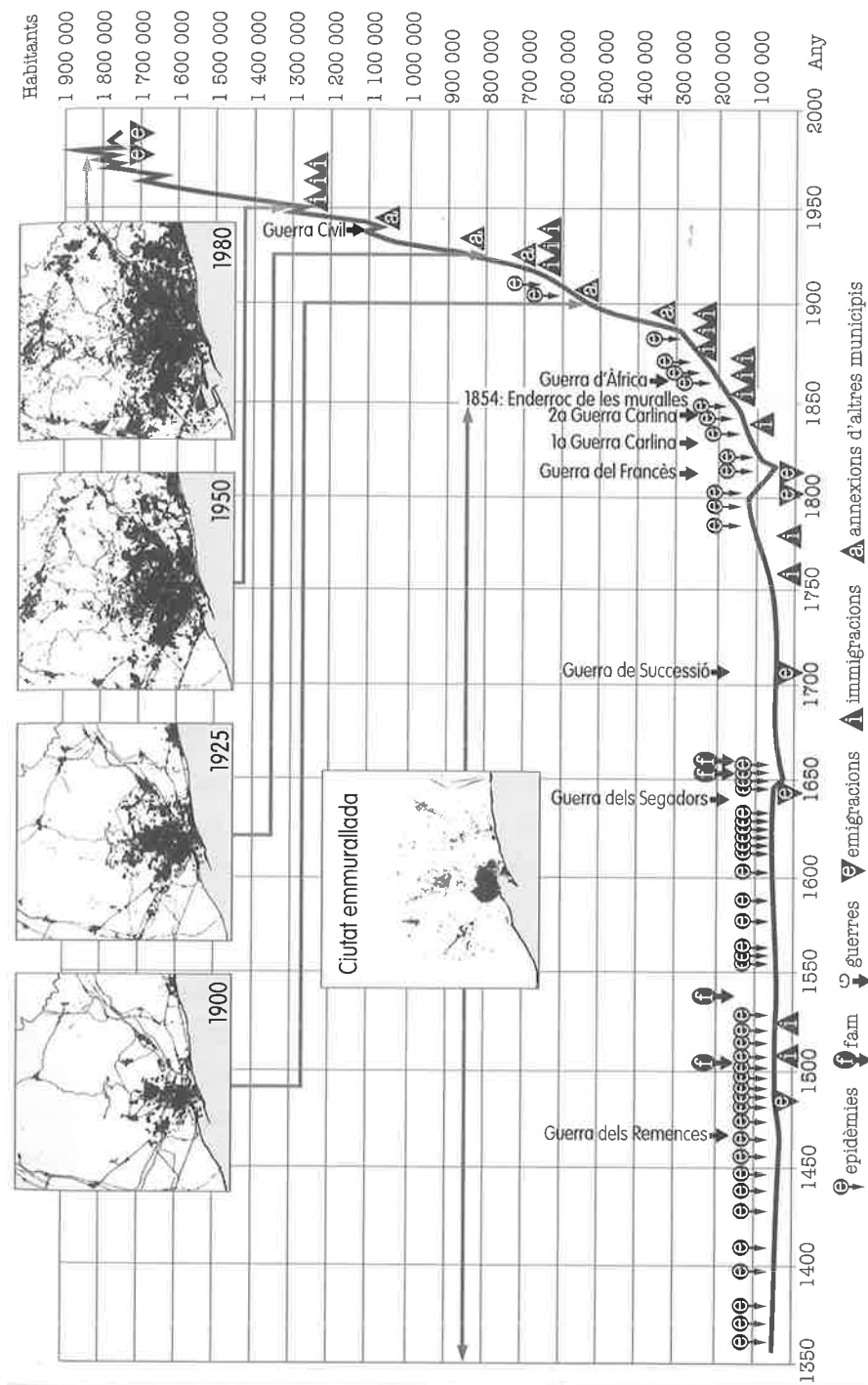


Figura 2.2 Evolució de la població de Barcelona al llarg del temps i relació amb esdeveniments històrics i canvis en l'estructura urbana. (Font: J. Terradas, ed.: *Barcelona funciona: ecologia d'una ciutat*, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, 1987.)

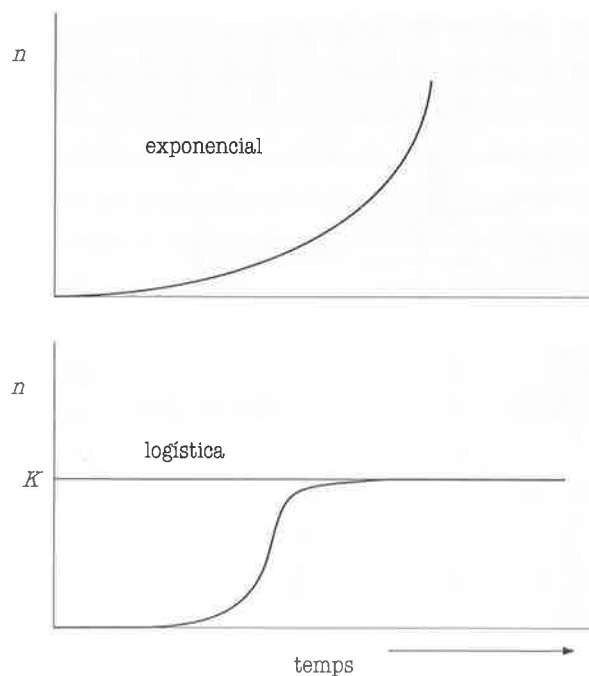


Figura 2.3 Models clàssics del creixement exponencial sense limitacions i del creixement logístic en què es produeix una limitació pels recursos del medi en una mida màxima de la població K que es correspondria amb la capacitat de càrrega del medi

(els conills, per posar un exemple tòpic) o més lentes –temps de gestació llargs, un o pocs fills a cada part o posta- que seria el nostre cas entre molts altres, tant si deixa els ous o les cries desenvolupar-se soles des que neixen, amb una mortalitat «infantil» elevada, com si té molta cura dels fills, fins que es poden valer amb més probabilitat d'èxit i amb baixa mortalitat, té capacitat sobrada per omplir tota la superfície del planeta en poc temps, ja que el creixement, si no és limitat per factors externs, és exponencial. Però els canvis demogràfics no depenen mai (en altres espècies tampoc) només de les taxes de natalitat i mortalitat, sinó també de les d'immigració i emigració. En el cas de l'home, totes i cadascuna d'aquestes taxes (mortalitat, natalitat, immigració, emigració) estan influenciades per factors socials i econòmics, culturals i polítics. L'ecologia urbana no ensenyarà la seva feina als demògrafs, encara que pot ajudar a veure els processos demogràfics una mica més integrats en una visió de sistema.

Les limitacions del creixement demogràfic en els models ecològics tradicionals venen no pas de les característiques intrínseques, ans de diversos factors externs i, finalment, de la capacitat de càrrega. D'acord amb el que acabem d'explicar, a mesura que la

població s'acosta a aquests límits, la taxa de creixement s'alenteix fins a fer-se nul·la i la població s'estabilitza.

Aquests models clàssics de l'ecologia s'ha mirat d'aplicar-los a l'ecologia urbana (i d'altres igualment clàssics, com els de Volterra, Lotka i Gause per les relacions depredador-presa i de competència, per exemple per modelitzar la difusió geogràfica de la competència ocupacional en un mercat laboral estructurat en l'espai). Tanmateix, cal admetre que potser no en podem esperar gran cosa. El concepte de capacitat de càrrega no és realment operatiu: és una simplificació que amb prou feines si troba cap mena d'aplicació a la pròpia ecologia. Fóra de situacions de poblacions monoespecífiques en càpsules de Petri sota condicions controlades de laboratori, la capacitat de càrrega és impossible d'establir, i canvia constantment en la mesura que canvien els recursos disponibles, la competència amb altres espècies o l'habilitat de l'espècie per obtenir recursos (això darrer no cal dir que, en el cas de l'home, ho fa a una velocitat creixent). La transposició d'aquesta idea a un sistema complex ecosocioeconòmic és quasi un recurs retòric que pot tenir el perill de conduir a perdre de vista altres plantejaments més interessants. Per tant, l'única cosa positiva que es desprèn del concepte és extremadament simple: recordar-nos que el *món és finit, encara que no en coneguem les dimensions*. Els ecòlegs urbans faran bé si es fixen més en la dinàmica demogràfica i no tant en una abstracció no mesurable com la capacitat de càrrega. Bona part de les crítiques a la capacitat de càrrega són extensibles al concepte, tant de moda, de *petjada ecològica*, que ve a ser l'invers de la capacitat de càrrega, és a dir, la superfície necessària per produir els recursos que necessita una població. La idea és interessant, però com a variable indicadora resulta discutible, com veurem més endavant.

L'home actua sobre el medi emprant instruments, que ja hem dit que són equivalents a òrgans exosomàtics (externs al propi cos), que funcionen amb energies i materials igualment exosomàtics (externs al propi metabolisme). Una població d'homes importa materials i energia mitjançant el comerç i en fa ús per adquirir encara més recursos del medi o millorar l'eficiència en l'ús mitjançant la tecnologia. Per tant, l'acció d'aquesta població sobre el medi no és només la metabòlica de la població sinó la suma del metabolisme somàtic i l'exosomàtic, quasi sempre molt més gran que el primer. Vist així, és clar que, com que l'activitat exosomàtica és molt diferent en les diferents poblacions humanes (molt més alta per càpita a Nova York que a Calcuta, posem per cas), per valorar l'efecte d'una població sobre el medi o els recursos en cada cas haurem de multiplicar el nombre d'individus (que normalment expressa la mida de la població d'una espècie) pel consum exosomàtic per càpita. Aquest principi ha estat enunciat per Garrett Hardin,

i és elemental per fer càlculs realistes. Agafant un exemple molt simple, la població d'una ciutat pot haver-se multiplicat posem per cinc el darrer segle (una proporció gens desmesurada, semblant a la que s'ha donat a Barcelona), però el consum individual d'energia es pot haver multiplicat per 20 (com ha passat a Nova York entre 1870 i 1980), i en aquest cas el producte $5 \times 20 = 100$ expressa, molt millor que el nombre d'individus, l'increment de la *veritable mida* de la població des del punt de vista de la pressió que exerceix sobre el medi. Podríem repetir el raonament per l'ús d'altres recursos. L'augment del consum d'energia i altres recursos pressuposa que la ciutat estén el seu territori real d'influència, o que la tecnologia permet incrementar la capacitat del territori per donar recursos a la ciutat. Normalment, totes dues possibilitats es donen, però la primera té un paper més important.

L'ecologia urbana ha d'incorporar constriccions i interaccions que vénen de factors socials. En el cas de les poblacions, no importa només la seva mida i la seva activitat sinó aspectes com la cultura, la percepció que tenen de l'entorn, etc.

• **L'estructura de l'ecosistema en l'espai i l'evolució en el temps d'aquesta estructura.** Els ecosistemes tenen una estructura temporal i espacial. Per exemple, en un bosc l'estructura espacial vertical està definida per l'estratificació del sòl, la disposició de rels, troncs i fulles, la distribució de nius, etc. i l'horitzontal per la distribució dels arbres, la disposició sobre el relleu, etc. Els ecòlegs veuen els ecosistemes com el *resultat de processos històrics, en els que poden intervenir l'atzar i el caos, però també de tendències espontànies a l'autoorganització (successió)*. També els veuen com *sistemes heterogenis a totes les escales*, i han desenvolupat models teòrics per analitzar-los basant-se en el reconeixement d'aquesta heterogeneïtat i emprant l'anomenada *patch theory* (*patch* és la *tessel·la* o taca unitat en un sistema en mosaic). Les *fronteres* entre tessel·les són llocs amb més diversitat i on es produeixen tensions. Els sistemes urbans són també històrics, fruit de factors aleatoris i d'autoorganització, i heterogenis a diverses escales, amb fronteres de conflicte i diversitat. Les tessel·les o taques que reconeixem en l'estructura urbana són diferents entre elles en molts sentits: morfològicament (cases, blocs d'apartaments, indústries), metabòlicament (consum de recursos, producció de contaminants, etc.), demogràficament i socialment (hi viu gent de diferents graus de riquesa, coneixement, capacitat de desplaçament o de canvi de residència, etc.). Cada tipus de tessel·la té relacions específiques amb els tipus veïns, donant lloc a fronteres de diferents característiques. En el cas de la ciutat, l'estructura està definida sobretot per la distribució i dimensions d'edificis, carrers, zones verdes, espais oberts, etc., informació que avui pot

ser tinguda de manera molt precisa en format digital o cartogràfic. L'evolució temporal de l'estructura dels ecosistemes, la seva dinàmica, es pot estudiar a diferents escales d'espai i temps (al llarg dels segles, el dinamisme en períodes recents o els planejaments i previsions de dinàmica futura). A una escala més fina, trobem els individus i famílies i els habitatges i edificis. Moltes decisions preses a aquesta escala tenen conseqüències a escales superiors, per exemple la següent, que seria el barri o, més amunt, l'aglomeració urbana o la regió. Tenen també efectes més immediats: l'alçada i disposició dels edificis modifica la circulació del vent, la temperatura, la repartició de la humitat i altres components del biòtop. La construcció d'edificis o infraestructures i l'asfalt alteren el percentatge de sòl impermeabilitzat, que és un factor bàsic de la modificació del flux hidrològic, un factor important del medi físic: aquesta modificació pot augmentar el risc d'inundacions i ser causa de pèrdues econòmiques o de vides humanes. La distribució de l'estructura sobre el territori, i la manera com ha canviat al llarg del temps, condicionen la densitat de la població humana i els desplaçaments i altres activitats d'aquesta població, així com la presència i l'activitat d'altres organismes, la distribució de les poblacions, els intercanvis amb les que viuen en territoris veïns, les possibilitats de desplaçaments; i, certament i més important, en la perspectiva ecosistèmica que ací sobretot ens interessa, els fluxos materials i energètics del conjunt del sistema i els seus efectes sobre el conjunt del territori, temes dels que ens ocupem en els punts següents i, més extensament, en el capítol 4. Veiem que també ací hi ha influències entre els diversos nivells (individu, família, població, edifici, barri, institucions, municipi, regió, etc.).

La modificació de l'estructura és considerada en ecologia com una *pertorbació*. La teoria de les pertorbacions té també possibles aplicacions a l'ecologia urbana, però en aquest cas (com ja s'ha fet per altres ecosistemes amb presència humana) cal canviar la perspectiva. L'activitat humana no constitueix una pertorbació, sinó un conductor i un condicionant dels processos ecològics.

• **Els estudis que fan referència al metabolisme material i energètic dels ecosistemes:** quanta energia i quants i quins materials entren, com aquesta energia i aquests materials són emprats dins el sistema i quina energia i quins i quants materials surten del sistema. En el cas de les ciutats, l'energia que arriba pot fer-ho de forma espontània, com la radiació solar o el vent, o portada per l'home, com el petroli, gas natural i ciutat, gasos líquats, electricitat, carbó, llenya, etc. Els materials són múltiples, des de l'aigua, de pluja o canalitzada, i els gasos atmosfèrics transportats pel vent, als aliments, materials de construcció, metalls, productes manufacturats, etc. Entre les sortides

tenim, certament, energia emesa en forma de calor o altres formes d'energia exportades de la ciutat, gasos contaminants emesos com a resultat de l'activitat urbana, residus líquids i sòlids, domèstics o industrials, productes manufacturats, etc. L'estudi d'aquests processos sovint el fan, per a cada cas, serveis especialitzats (companyies d'aigües, elèctriques, mercats, etc.) o serveis municipals i empreses que es dediquen a l'eliminació dels residus, i sovint els experts corresponents pertanyen a diversos camps de l'enginyeria. També es poden trobar dades relatives a compra o venda de mercaderies en cambres de comerç i altres institucions. No obstant, una visió integrada del metabolisme urbà no ha estat intentada habitualment més que per ecòlegs o economistes ecològics. És sobretot aquesta línia de pensament la que presideix la nostra aproximació en aquest llibre, però no només considerant situacions estàtiques, sinó incorporant de quina manera els canvis en l'estructura i les poblacions, i en els condicionants físics i socials, alteren aquest metabolisme (figs. 2.4 i 2.5).

Ja hem vist que és costum distingir, en qualsevol ecosistema, entre el metabolisme extra o exosomàtic i l'endosomàtic. Per *metabolisme endosomàtic* entenem tots aquells processos d'ús i transformació dels materials i l'energia que tenen lloc a través del cos dels organismes que formen part de l'ecosistema. En una ciutat, el menjar o la beguda que consumim els seus habitants animals, humans o no, l'energia solar que les plantes que viuen a la ciutat fixen per via fotosintètica en energia química, els residus líquids,

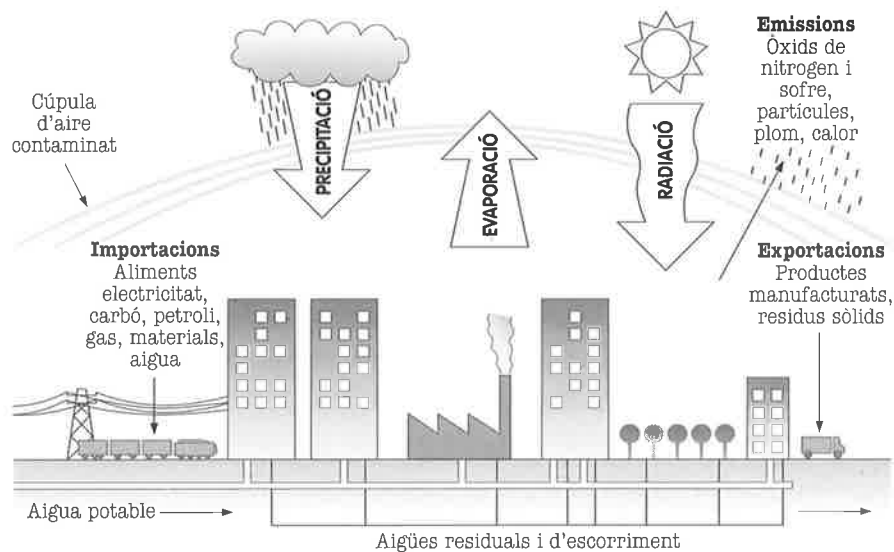


Figura 2.4 Fluxos metabòlics en un sistema urbà, segons Barracó *et al.*¹⁹ Es representen les principals entrades i sortides, i la cúpula d'aire contaminat

sòlids o gasosos dels animals (homes també) i plantes, formen part del metabolisme endosomàtic. Però en una ciutat es fa servir molta més energia que la que contenen els aliments o la solar que fixen les plantes: hi ha l'energia que mou els motors, la que es consumeix en calefacció o refrigeració, etc. I molts materials no serveixen per menjar, sinó per construir cases o fer diaris o elaborar tota mena d'artefactes. Tot això constitueix el *metabolisme extra* o *exosomàtic*. Com més desenvolupada industrialment és una societat, més gran és la diferència entre les quantitats d'energia i matèria implicades en el metabolisme exosomàtic en front de les que serveixen pel metabolisme endosomàtic. I, al mateix temps, més grans es fan les dependències i els impactes en relació a altres territoris.

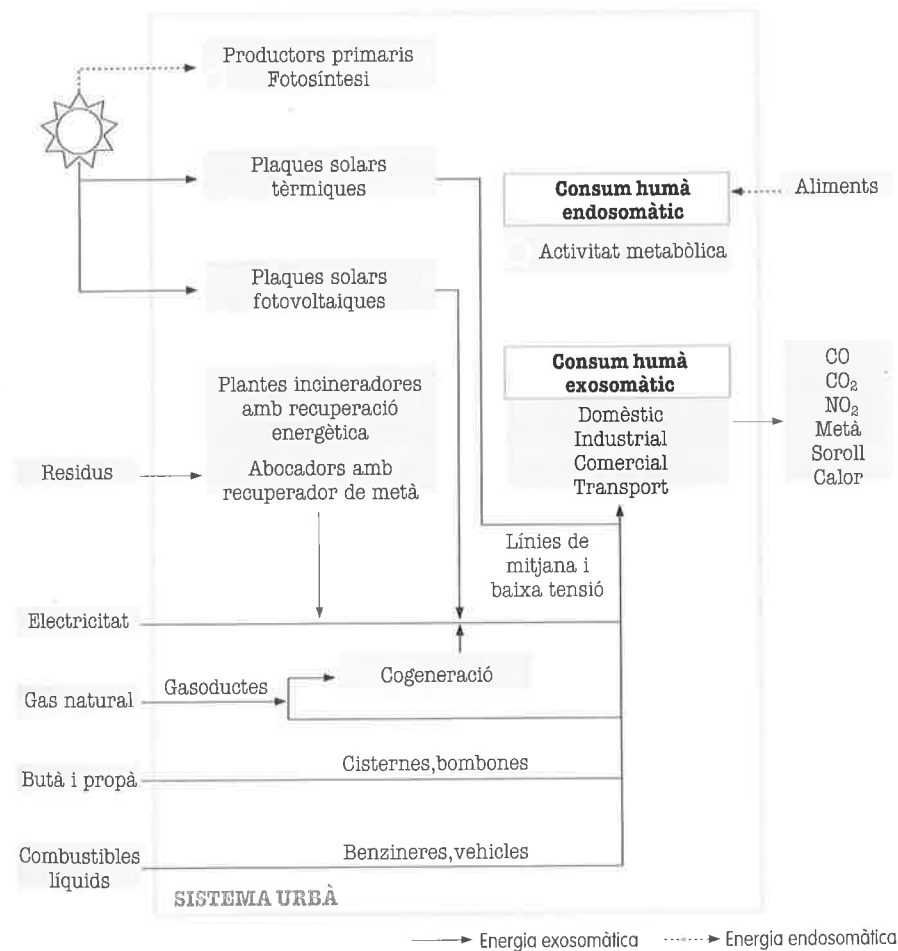


Figura 2.5 Principals fluxos d'energia endosomàtica i exosomàtica a l'ecosistema urbà, segons Barracó *et al.*¹⁹

Encara que «funcionament» o «funcions» són termes molt poc específics, que es poden emprar per referir-se a altres aspectes dels sistemes urbans, ens referirem en el present text, si no es diu altra cosa, al funcionament ecològic, és a dir, essencialment el metabolisme de l'ecosistema urbà, segons les idees bàsiques següents:

- Hem d'entendre que, com s'ha dit abans, una ciutat és sempre, en conjunt, un sistema *heterotròfic*, és a dir, un sistema incapaç de produir tot l'aliment que consumeixen els seus habitants, i que, per tant, s'alimenta de productes importats des d'altres territoris. Això no vol dir que, en el conjunt del món, l'agricultura en àrees urbanes sigui menyspreable: representa un ajut considerable a capes de població pobres de moltes ciutats. Però cap ciutat gran arriba a l'autosuficiència alimentària. La ciutat ha d'importar aliments, però també aigua, matèries primeres, energia i molts productes manufacturats.
- En la producció de tot el què la ciutat ha d'importar tenen lloc alguns processos que poden provocar impactes sobre l'entorn en el lloc de producció (per exemple, la construcció d'embassaments per donar subministrament a la ciutat amb aigua suposa la inundació de determinades valls). En el transport des dels llocs de producció també tenen lloc *impactes ambientals*²⁰ (per exemple, cal construir autopistes o línies de ferrocarril, fragmentant el territori, i, a més, el mateix fet del transport genera contaminació).
- La ciutat produeix residus, sòlids, líquids i gasosos i productes manufacturats. Molts d'aquests residus es dipositen, s'aboquen o s'eliminen fora de la ciutat, provocant nous impactes en l'entorn (per exemple, aire contaminat a les capes baixes de l'atmosfera o emissió de gasos d'efecte hivernacle, emissió d'aigües residuals als rius o mars o exportació de deixalles domèstiques o industrials).

El conjunt d'entrades materials i energètiques, processos interns de transformació d'aquests materials i energia i sortides constitueix, per tant, el *metabolisme material i energètic de la ciutat* (fig. 2.6). El seu coneixement és essencial per capir les dependències i els impactes del conjunt de l'ecosistema urbà en àrees perifèriques de diferent amplitud, des de les més immediates fins el conjunt del planeta. El model de consum i comportament econòmic de la ciutat serà decisiu en determinar els graus d'aquestes dependències i d'aquests impactes. Com més fortes siguin les dependències, més difícil serà mantenir la ciutat en temps de crisi (per exemple, guerres o desastres naturals). Com més forts siguin els impactes, més greu serà la contribució de la ciutat a la problemàtica

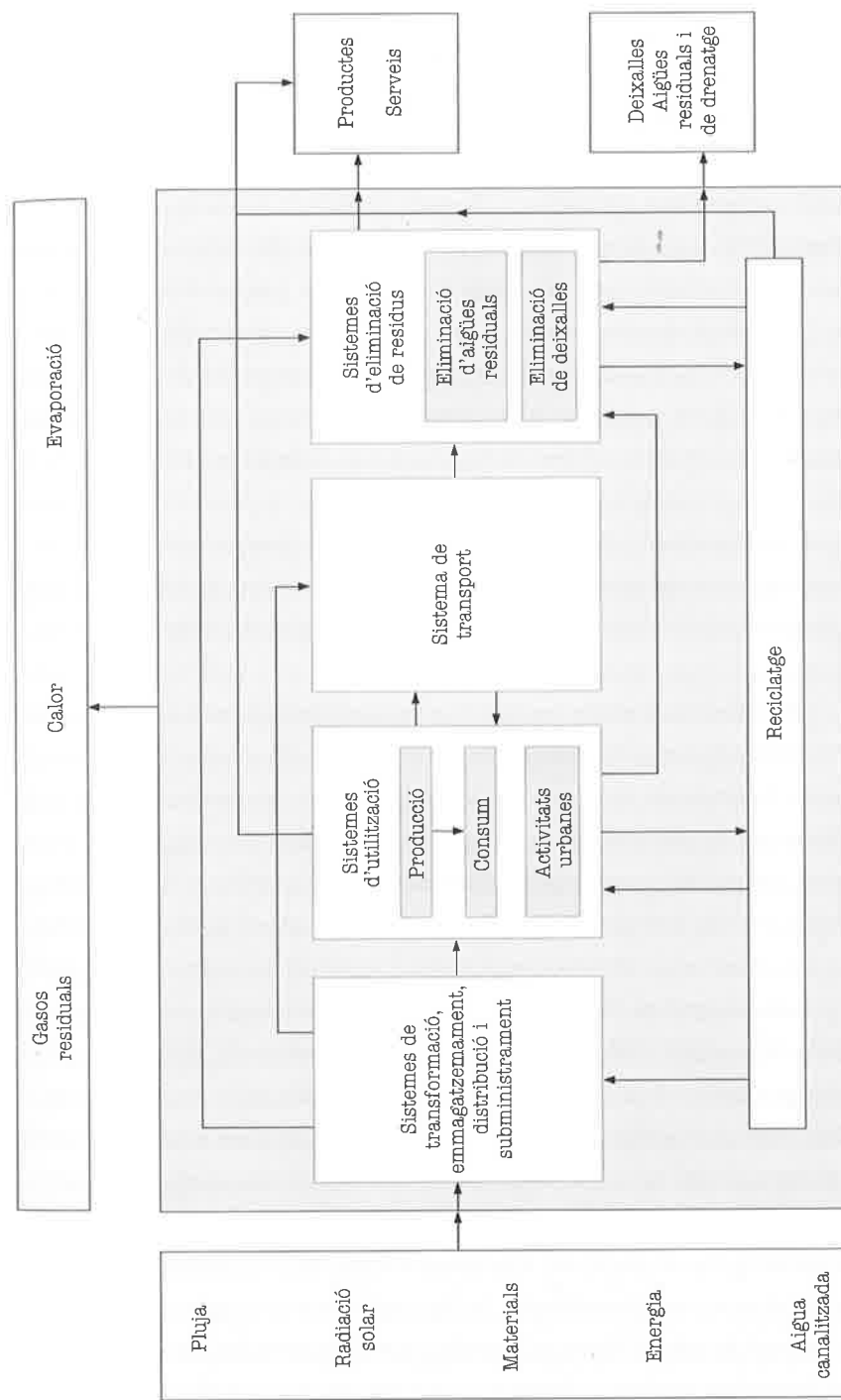


Figura 2.6 Sistemes principals del metabolisme d'una ciutat, segons Hagakawa amb modificacions

ambiental. Dependències i impactes determinen la sostenibilitat relativa del sistema urbà. Com més dependències i més impactes, menys sostenibilitat. Finalment, cal superar les aproximacions de balanços per sistemes delimitats sobre la base de fronteres administratives i partir d'escala més fines, reconeixent l'estructura espacial en mosaic, fet de tesselles heterogènies, del sistema. Aquest mosaic hem vist que no és només morfològic-estructural. Per exemple, podem reconèixer com a peces elementals o tesselles del sistema un barri d'habitatges unifamiliars amb jardí o un polígon de pisos amb edificis alts. Cada una d'aquestes tesselles té una població demogràfica, cultural i econòmicament diferenciada de l'altra, i els fluxos metabòlics funcionen també d'una manera diferent. Les relacions amb les tesselles veïnes de diferents tipus són també específiques. L'elecció de les tesselles com unitat fonamental en ecologia urbana és important per poder construir models fins de funcionament i creixement. Si podem formular models de funcionament a aquesta escala més fina, podrem passar a escales menys detallades sense preocupar-nos del problema dels límits, emprant les tècniques disponibles d'anàlisi geogràfica. A més, les tesselles seran també unitats apropiades per a la gestió.

• **Els intercanvis d'informació i mecanismes de regulació** són el bloc potser més difícil de tractar en l'estudi dels ecosistemes. Els sistemes estan estructurats d'una manera determinada, es pot dir que tenen una *forma*, que és resultat de processos històrics, i que engloba no només aspectes purament físics, com la distribució de cases, carrers, places, clavegueres, conduccions diverses, etc., sinó també l'organització social i política. Des del punt de vista dels fluxos d'energia i matèria, és clar que ens hem de fixar sobretot en el resultat d'aquestes decisions sobre els fluxos, i no tant en què i com es generen les decisions. Però el sistema és incompreensible sense aprofundir en els mecanismes de regulació. Això equival a dir que, si fem un esquema dels fluxos i compartiments de matèria i d'energia del sistema, no podem oblidar que existeixen també «vàlvules i aixetes», que regulen els fluxos, l'estat de les quals, obert o tancat per exemple, és sovint el resultat de *decisions* de caràcter individual o col·lectiu, tècnic o polític, etc.

Així doncs, hi ha mecanismes de regulació que cal incorporar en qualsevol model d'ecosistema, i la circulació dels fluxos depèn d'accions puntuals, sovint determinades per decisions tècniques o polítiques. En els mecanismes de regulació hi entren en joc, ensems amb la matèria i l'energia, processos d'intercanvi d'informació que tenen una extraordinària importància i complexitat. En el cas de les ciutats, a més, aquest és, no cal dir-ho, un tema en constant evolució. Els científics socials (sociòlegs, comunicòlegs i polítics, per exemple), tendeixen a interessar-se per aquest aspecte essencial del funcio-

nament del sistema, però sovint no han tingut prou presents els aspectes estructurals i, sobretot, els material-energètics. Ara bé, tant l'estudi dels intercanvis materials i energètics, com la identificació dels punts on es produeix la regulació dels fluxos i els mecanismes pels que es determinen les decisions, són essencials per entendre el comportament ecològic del sistema urbà, per predir-ne algunes conseqüències i per suggerir algunes correccions. Per desgràcia, la comprensió de molts d'aquests processos, en sistemes tan complicats, és sovint escassa. En el cas dels mecanismes de control, la simple mesura quantitativa de la informació que hi participa és un problema en gran part no resolt, tot i els esforços que s'iniciaren amb la cibernètica i que, en ecologia, es traduïren en els intents d'aplicar la teoria de la informació a la mesura i a la interpretació del significat de la *diversitat*. Més complicat encara és entrar en la modelització dels processos de decisió.

Un cop més, les decisions no sempre es prenen a l'escala més elevada del conjunt de l'ecosistema. Ben al contrari, moltes decisions, que tenen efectes generals, són preses per individus o organitzacions. N'hem donat exemples en parlar del creixement urbà, i el creixement repercuteix en el funcionament. Per tant, l'ecologia urbana ha d'integrar decisions, cultura i coneixement, relacions econòmiques i activitats de les institucions de la mateixa manera que els científics socials han d'integrar constriccions físiques, interaccions biològiques i processos ecològics.

Fins ací, hem vist que pràcticament tots els blocs principals de l'estudi dels ecosistemes que acostuma a reconèixer la ciència ecològica es retroben en el cas de les ciutats, encara que configuren un esquema molt complicat que, en bona part, encara no sabem analitzar de forma adient. En molt gran mesura, aquests temes són tractats de forma específica per diverses disciplines, amb els seus professionals respectius, que no tenen cap relació amb l'ecologia. Els ecòlegs no pretenen pas substituir-los. El que es proposa des de l'ecologia és que, a més d'aquestes visions específiques es pot considerar la ciutat des d'una perspectiva ecològica que, d'alguna manera, resulta integradora (com també ho és l'economia, per exemple), una visió sistèmica que va des del medi físic als mecanismes de regulació i decisió. És fàcil donar exemples d'això, considerant el tema del metabolisme energètic i material. Vegem-ne alguns.

Una petita davallada de la temperatura per sota dels valors normals rebruny en molts components del sistema urbà i determina modificacions en el consum energètic, en el consum d'aparells de calefacció o refrigeració, en el comportament i salut de les persones, en les emissions de contaminants, etc. La figura 2.7 mostra algunes d'aquestes repercussions. De pas, aquest exemple ens pot ser d'utilitat en pensar en les conseqüèn-

cies complexes dels canvis climàtics, un altre tema d'actualitat. Igualment, com ja hem vist, canvis en la demografia (estable o estacional) suposen canvis en el consum i en la producció de residus i, per tant, en un munt d'activitats empresarials; relacions laborals, etc. No cal dir que les decisions polítiques o de gestió i els canvis d'hàbits dels consumidors igualment transcendeixen a nivell metabòlic. En el fons, els balanços en els intercanvis materials i energètics, d'una banda, i econòmics, de l'altra, sintetitzen per algunes coses el funcionament més bàsic del sistema urbà sencer, a un nivell que resulta apropiat per ajudar a la presa de decisions, sense excloure moltes altres consideracions i punts de vista (fig. 2.7).

Ecologia i economia

Per desgràcia, ecologia i economia estan encara massa allunyades, tot i els esforços recents per assolir una aproximació entre elles. L'ecologia, com l'economia, com acabem d'indicar, són ciències que sintetitzen molts aspectes del funcionament dels sistemes antropològics, partint de dades procedents de moltes altres disciplines. Una visió apropiada per avançar cap a un desenvolupament sostenible hauria de partir de l'aproximació de les anàlisis ecològica i econòmica en una nova ciència, o conjunt de ciències. S'ha parlat d'*ecosociologia* o *socioecologia* (a en Ramon Folch, un dels nostres més coneguts experts ambientals, li agrada definir-se com a *socioecòleg*), i també s'ha parlat d'*economia ecològica*,²¹ disciplina de la que en Joan Martínez Alier, catedràtic de la Universitat Autònoma de Barcelona, ha estat un dels grans impulsors a nivell mundial. Però la nova ciència que potser ens caldria encara no està prou formalitzada. L'economia ha estat acusada de no ser capaç de prendre en compte els aspectes ambientals, i se li exigeix la incorporació dels béns lliures en la comptabilitat econòmica. Aquest és un tema que sobrepasa l'àmbit urbà per abastar el conjunt de la problemàtica ambiental contemporània i tractar-lo demanaria molt més espai del que ací tenim disponible. Assenyalem que, encara que és entre els economistes que la discussió teòrica té més força, alguns ecòlegs hi han participat, i entre els ja relativament antics cal esmentar els intents de H.T. Odum i col·laboradors als anys setanta i vuitanta per substituir la comptabilitat estrictament monetària per una més basada en l'energia –intent fracassat, ja que els intercanvis de diners són molt independents dels de materials i productes energètics, i cada cop més-. Molt més recentment, s'estan fent esforços per valorar, en termes econòmics, els «serveis que ens donen els ecosistemes».²² Aquests esforços alguns els reben amb actituds positives, tot i reconeixent-hi moltes limitacions, sobretot pel seu possible valor il·lustratiu.

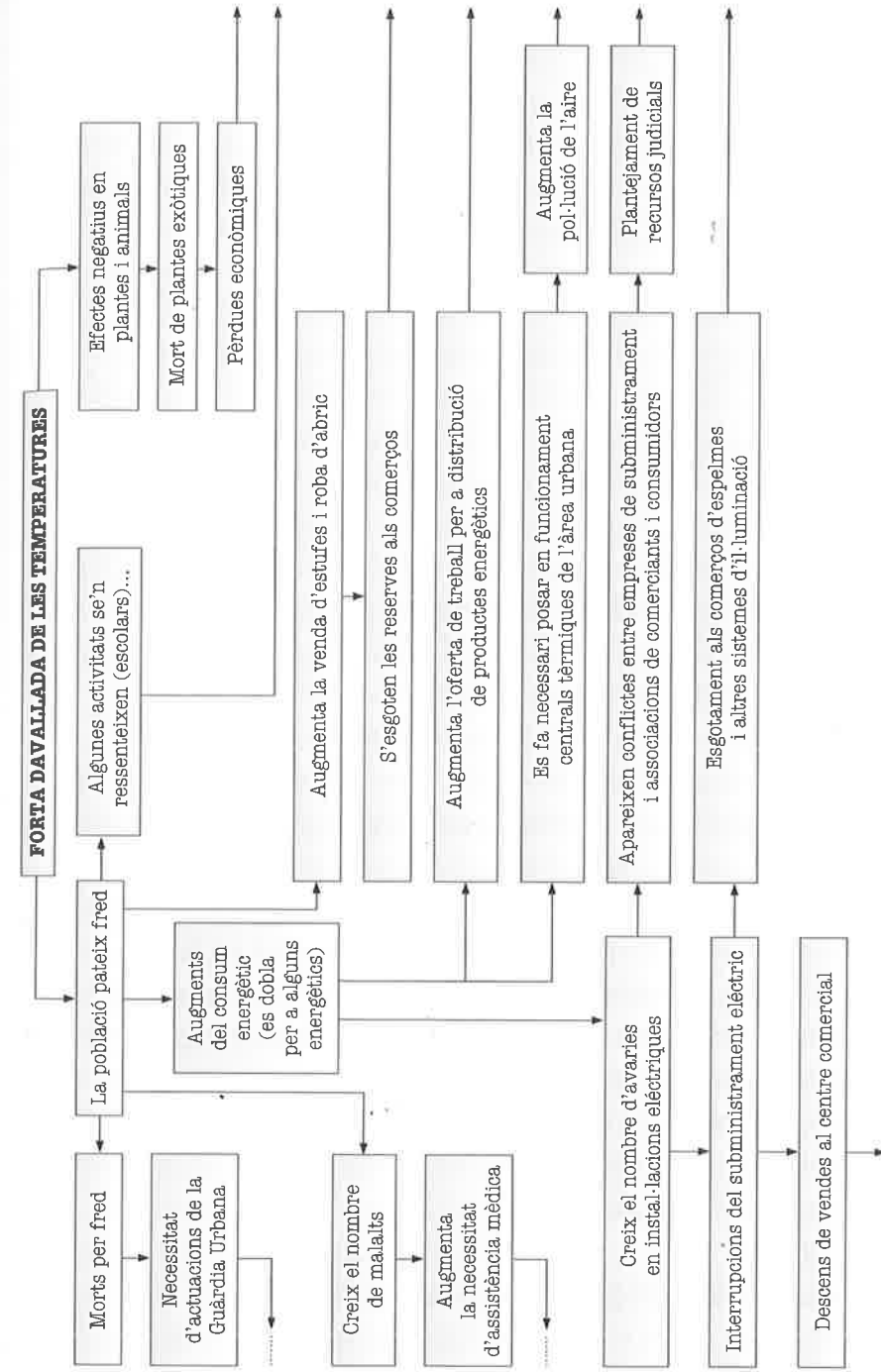


Figura 2.7 Exemple de les conseqüències d'una variació en un sol factor (davallada de la temperatura uns graus per sota dels habituals) en molts diversos processos i escales de l'ecosistema urbà (vegeu el text per a comentaris més detallats)

D'altres, però, els rebutgen frontalment, per la incapacitat intrínseca que tenen aquestes propostes a l'hora d'assignar valors infinits a aquells processos que són totalment indispensables i insubstituïbles, o per considerar el futur de forma adient a l'hora dels càlculs.

Un interès molt especial de la proposta ecològica en l'estudi de les ciutats, des del punt de vista ambiental, rau també en què ofereix una bona perspectiva per determinar els diversos impactes que el metabolisme de la ciutat genera, tant dins el seu propi entorn com en entorns geogràfics més amplis al seu voltant. Per tant, l'ecòleg no s'ha de limitar a fer, de forma asèptica, una mena de comptabilitat paral·lela a l'econòmica, sinó que mirarà d'interpretar les conseqüències que els intercanvis entre ciutat i resta del món puguin tenir o no en termes de disfuncions (com la contaminació local o general) o en termes d'impactes sobre el medi natural, la biodiversitat, etc., i, potser, esperem-ho, en termes d'una progressiva integració de la comprensió dels sistemes regionals i globals. Si analitzar els aspectes metabòlics no equival a limitar-se a ells, encara és més clar que la comprensió de la contribució de les ciutats a l'evolució ambiental del planeta fa indispensable complementar els punts de vista de les ciències socials amb els de les naturals, i que només de la combinació del coneixement econòmic-social i l'ecològic en poden sortir propostes apropiades davant dels reptes amb els que ens enfrontem.

Creiem que hem justificat amb tot això el que podríem dir-ne els continguts d'una aproximació ecològica a l'estudi de la ciutat, i la conveniència, àdhuc la necessitat, d'aquest punt de vista, tant per les virtuts que pot tenir la proposta integradora de l'ecologia per entendre les relacions entre els sistemes urbans i la resta de la biosfera com per la possibilitat d'aplicar ensenyaments obtinguts en l'estudi d'altres ecosistemes a aspectes parcials del funcionament urbà. Podríem estudiar exhaustivament, per exemple, les emissions de gasos a la ciutat i els seus efectes perjudicials sobre la salut, però només una comprensió simultània del metabolisme global del sistema i de la seva economia i característiques sociològiques ens permetria situar i entendre el fenomen en un context apropiat per prendre decisions orientades a una millor gestió, a una gestió que fos més *sostenible*, per emprar el terme de moda. Però la proposta dels ecòlegs desvetlla encara recels, que cal mirar de guarir (fig. 2.8).

L'aproximació ecològica no és reduccionista

Ara, ens cal, en efecte, molt breument, avançar-nos a les possibles crítiques que puguin acusar l'ecologia urbana de reduccionista. Ja hem vist que el que es proposa és, al contrari, una visió integradora. D'altra banda, si s'entén com a més propi de l'ecologia

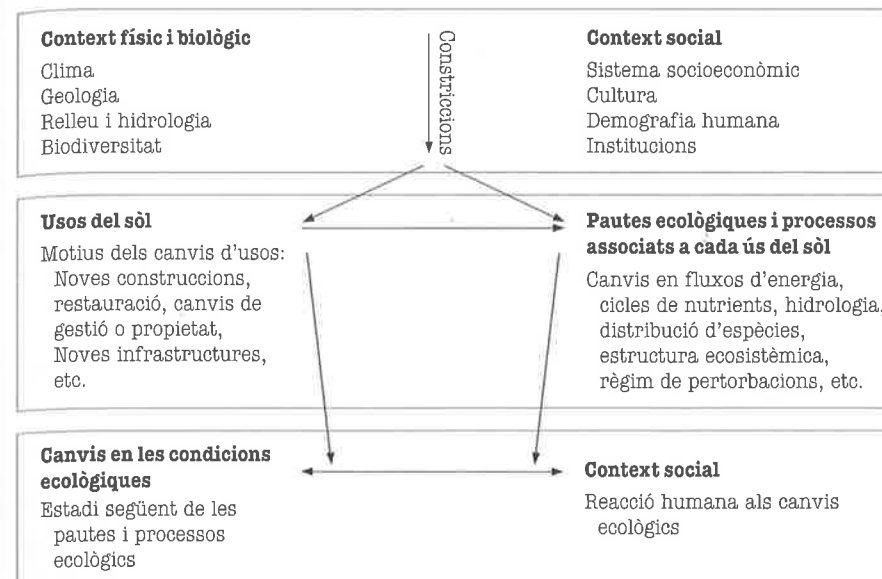


Figura 2.8 Esquema conceptual per a la comprensió dels ecosistemes urbans, que mostra factors conductors i pautes d'activitat, tant en els sistemes ecològics com socials, que cal considerar col·lectivament. Les «variables» que apareixen estan interrelacionades. El bloc superior correspon a factors de constricció, el mitjà a dinàmica del sistema i l'inferior als efectes del canvi.²³

l'estudi del metabolisme urbà, llavors és clar que entendre els fluxos i determinar-ne els efectes locals i generals és més aviat un procés de diagnòstic parcial, i no vol dir, naturalment, resoldre els problemes: les solucions venen dels camps més diversos de les especialitats ja esmentades i altres, per exemple de la tecnologia i el disseny, de les mesures econòmiques, de l'enginyeria social, de la decisió política, etc. De la reflexió sobre el metabolisme urbà, en poden sortir, juntament amb una comprensió més clara del sistema en els seus aspectes més físics, unes indicacions de problemes de funcionament que cal corregir, de direccions cap a les que convé avançar. Ja hem deixat clar que una ciutat no consisteix només en intercanvis de matèria i energia (ni tant sols pels ecòlegs), com una persona no s'explica pel què menja i els excrements que produeix (el lector perdonarà segurament la comparació barroera, que esperem tanmateix prou clara). Però ningú discuteix que el metge ha de saber moltes vegades això dels seus pacients, encara que també s'ha d'interessar per altres coses, com els antecedents genètics, l'entorn de treball i familiar, etc. Ningú creu que sigui reduccionista demanar una anàlisi d'orina o de sang per fer un diagnòstic (tot i que també hi hagi un risc que els metges adoptin una visió massa reduccionista a l'hora de les interpretacions i de les solucions). De la mateixa

manera que el metge necessita anàlisis, el gestor i el polític, i cada cop més el ciutadà en general, han de saber com funciona i en quin estat es troba el metabolisme material i energètic de la ciutat. I també han de saber les repercussions regionals i globals d'aquest metabolisme, des dels llocs de producció de les *entrades* de la ciutat fins els efectes més remots de les seves *sortides*. Han de saber això, entre moltes altres coses, per actuar i prendre decisions, sobretot si volem que les decisions siguin ambientalment correctes. A l'hora, el sistema material-energètic presenta una sèrie de mecanismes de regulació. Els aspectes socials i culturals poden actuar a aquest nivell, però ja hem vist que no són independents dels físics. El que ha de quedar clar és que, en tot ecosistema, urbà o no, trobem intercanvis de matèria i energia, mecanismes de regulació i transferències i magatzems d'informació.

Amb això no neguem que des de l'ecologia, o en el seu nom, s'hagin escampat algunes visions massa simplificadores. En ocupar-nos dels indicadors, en podem fer esment, ja que és en aquest terreny on resulta més fàcil caure en simplificacions grolleres.

La noció de sostenibilitat, aplicada a les ciutats

Hem explicat que les ciutats són sistemes heterotròfics. Cap ciutat és, per ella mateixa, sostenible, en un sentit absolut. Entenem per *sostenible* un sistema en el que els processos d'ús dels recursos actuals es puguin mantenir durant les generacions futures. Però també hem vist que les ciutats no empen només recursos propis, i per jutjar la seva sostenibilitat cal incloure sistemes més amplis, tots els que serveixen per produir recursos a la ciutat o per allotjar-ne els residus o rebre'n els productes. Tanmateix, avui és usual que es parli de l'objectiu d'assolir la *ciutat sostenible*. Cal entendre aquesta expressió en un sentit relatiu (ja que hem dit que cap ciutat, considerada aïllada, seria sostenible), és a dir que es tractarà sempre, es reconegui o no, de fer el sistema més durable, i no pas de fer-lo *indefinidament* sostenible. Qualsevol estratègia d'augment de la sostenibilitat, així entesa, hauria de passar per la diagnosi del metabolisme actual del sistema urbà, les seves dependències i els impactes que provoca, i per un procés de correcció d'aquest metabolisme per fer-lo més suportable en el conjunt del sistema més gran en el que la ciutat s'insereix. A la fi, només l'organització de tota la població humana en el conjunt del planeta pot arribar a un equilibri relativament durable. Però això serà tant més factible quant més esforços locals es dirigeixin a la sostenibilitat.

Ni l'ecologia urbana, ni l'ecologia en general, no han estat encara plenament incorporades en els plantejaments habituals que presideixen la planificació urbanística, ter-

ritorial i econòmica. Les Agendes 21, el desenvolupament de les quals fou proposat a la Conferència de Rio el 1992, i que pretenen reconciliar els objectius de creixement econòmic amb les demandes ambientals, són una oportunitat per facilitar-ne la integració, que no s'hauria de desaproveitar. El pes de la tradició, els gremialismes o l'escassa permeabilitat d'alguns col·lectius a la qüestió ambiental, els interessos concrets i les situacions de fet en relació al poder i, sobretot, les pròpies insuficiències de l'ecologia urbana, que per ella sola no pot anar encara gaire més enllà de la diagnosi (tanmateix, essencial), fan encara francament difícil, però no per això menys urgent, incorporar l'ecologia urbana, associada a l'economia i altres ciències, als àmbits del planejament i la decisió.

El camí cap a una major sostenibilitat ha de suposar polítiques innovadores pel que fa a les institucions i la seva organització, canvis en el comportament individual i col·lectiu i una estratègia relativa a l'estructura, morfologia, demografia i funcionament de l'ecosistema urbà. És evident que, per orientar aquest procés, calen referències quantitatives, variables que es puguin emprar com indicadors. Les Agendes 21 fan esforços considerables per establir aquests indicadors, però les dificultats són considerables. Aquests temes seran objecte de les darreres parts del llibre.

Notes

- ¹ A.H. Hawley, *Human Ecology*, de la que hi ha una versió en castellà (*Ecología humana*, Barcelona, Omega, 1950); d'M. Bates, *Human Ecology* (a A.L. Kreber, *Anthropology today*, Chicago, University Chicago Press, 1953), i d'N.P. Gist i S. Fleis, *La sociedad urbana* (Barcelona, Omega, 1968).
- ² <http://www.ecostudis.org/bes>
- ³ S. Boyden, S. Millar, K. Newcombe i B. O'Neill: *The ecology of a city and its people: the case of Hong Kong*, 1981.
- ⁴ S. Denaeayer i P. Duvigneaud: *L'écosystème URBS (Comparaison Bruxelles-Charleroi)*, en el llibre de P. Duvigneaud, S. Denaeayer i Ch. Bricard, *Écosystèmes: Cycle du carbone*, Cartographie, Comité National Belge du SCOPE, Brusel·les, 1978.
- ⁵ C.A. Doxiadis: *Ecology and Ekistics*, Londres, Elek, 1977.
- ⁶ M. Parés, G. Pou i J. Terradas: *Ecologia d'una ciutat: Barcelona*, Descobrir el medi urbà 2, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, 1985.
- ⁷ *Flujos de energía, agua e información en la comunidad de Madrid*, Consejería de Economía, Comunidad Autónoma de Madrid, Madrid, 1988.
- ⁸ J.M. Naredo i J. Frias: *Flujos de energía, materiales e información en la Comunidad de Madrid*, Consejería de Economía, Comunidad Autónoma de Madrid, Madrid, 1988.
- ⁹ S. Rueda: *Ecologia urbana*, Barcelona, Beta Editorial, 1995.
- ¹⁰ Diputació de Barcelona: «El paisatge de les metròpolis i la ciutat del coneixement», *Àrea, revista de debats territorials* 2000; núm. 8: 51-138.

- ¹¹ M.J. Mc Donnell i S.T.A. Pickett (eds.): 1993, *Humans and components of ecosystems: the ecology of subtle human effects and populated areas*, Nova York, Springer, 1993. N.B. Grimm: *Opportunities and challenges in urban ecological research*, Proceed. Intern. LTER meeting Taipei, Taiwan, 1997. A. Flores, S.T.A. Pickett, W.C. Zipperer, R.V. Pouyat i R. Pirani: «Application of ecological concepts to regional planning», *Landscape and Urban Planning* 1997: 39: 295-308. N.B. Grimm: «Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems», *AIBS Bioscience Online*, juliol 2000, que es pot consultar a Internet a l'adreça http://www.findarticles.com/1042/7_50/64262812.
- ¹² H. Barracó, M. Parés, A. Prat i J. Terradas: *Barcelona 1995-1999: ecologia d'una ciutat*, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, 1999.
- ¹³ Vegeu els volums publicats el 2000 per la Diputació de Barcelona sobre el *Sistema municipal d'indicadors de sostenibilitat*, projecte que dirigeix V. Sureda.
- ¹⁴ F. Relea i A. Prat: *La petjada ecològica de Barcelona*, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, 1999.
- ¹⁵ J.A. Burriel, X. Pons i J. Terradas: *Mapa Ecològic de Barcelona*, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, 2000.
- ¹⁶ O. Nel-lo: *Ciutat de ciutats*, Empúries, Barcelona, 2001.
- ¹⁷ J. Roca: La delimitación de la ciudad: ¿una cuestión imposible? Ter Congrès Internacional d'Ecologia i Ciutat, Universitat Politècnica de Catalunya, CD-ROM de la Xarxa temàtica Ecologia: Ciutat, Barcelona, 2001.
- ¹⁸ R. Margalef: *Our Biosphere, Excellence in Ecology*, Oldendorf, Ecology Institute, 1997.
- ¹⁹ H. Barracó, M. Parés, A. Prat, J. Terradas: *Barcelona 1985-1999. Ecologia d'una ciutat*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1999.
- ²⁰ P. Riera: *Avaluació d'impacte ambiental*, Barcelona, Rubes Editorial, 2000.
- ²¹ J. Martínez Alier: *Introducció a l'economia ecològica*, Barcelona, Rubes Editorial, 1999.
- ²² Costanza *et al.*: «The value of the world's ecosystem services and natural capital», *Nature* 1999; 387: 253-260. G.C. Daily: *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*, Island Press, Washington DC, 1997.
- ²³ Inspirat en esquemes dels estudis de Baltimore i Phoenix, segons N.B. Grimm: «Integrated approaches to long-term studies of urban ecosystems», *BioScience Online*, 2000.

3

Estructura urbana, urbanisme i ecologia

Les condicions ambientals i l'estructura urbana

Entendrem per *estructura urbana* el conjunt d'elements físics que organitzen el territori i canalitzen els fluxos materials, energètics i d'informació: carrers, places, edificis, clavegueres, conduccions elèctriques, cable, senyals, mobiliari urbà, etc. La distribució d'aquests elements en l'espai, els materials de què estan fets i les característiques que tenen condicionen molts aspectes de l'ambient urbà, des dels punts de vista del microclima, de la possibilitat d'estalvi o despesa energètica, de la contaminació gasosa, acústica, per radiacions o altra, de la seguretat davant del risc de desastres naturals i molts altres components de l'ambient. A la vegada, les condicions físiques del terreny, el clima, etc., són constriccions al creixement i forma de l'estructura urbana. En el present capítol, considerarem de forma molt simplificada aquestes qüestions, partint de l'analogia entre l'estructura de l'ecosistema urbà i l'estructura en altres ecosistemes.

En un bosc, podem distingir: 1) una *organització vertical* (l'estratificació de les plantes segons l'alçada, la disposició d'òrgans amb diferent significació funcional, com les fulles, branques, troncs i arrels, la distribució diferencial de nutrients entre aquests òrgans, la repartició de la matèria viva en termes de biomassa, les característiques anatòmiques dels sistemes conductors, la distribució dels refugis, nius i llocs d'alimentació de la fauna al llarg del perfil vertical, els horitzons del sòl...); i 2) una *organització horitzontal* (la distribució dels individus de les poblacions de les diferents espècies, més contagiosa o més regular, les heterogeneïtats en la cobertura de les capçades o en el relleu del terreny,

l'obertura de camins o passos pels animals...). L'equivalent a la fusta del bosc, en una ciutat, és el conjunt de materials (ciment, acer, vidre, formigó, asfalt, fusta, etc.) que s'empren en la construcció, més la fusta de les plantes que creixen en jardins, carrers o terrasses. La distribució vertical i horitzontal de tots aquests materials influeix sobre les condicions climàtiques i microclimàtiques, i dona lloc a l'aparició d'un conjunt d'ambients diferenciats a l'interior de la trama urbana (fig. 3.1).

A l'estructura urbana podem aproximar-nos-hi a diferents nivells: per exemple, edificis, barris, aglomeracions, regions metropolitanes. En el nivell més elemental, els edificis individuals creen una important heterogeneïtat de condicions, ja que una banda queda més assolellada i més seca que l'altra, més obaga i freda (on el gel i la neu, si n'hi ha, poden mantenir-se força més temps). Un costat, el de ponent, rep la radiació solar durant les hores més caloroses, i té així un microclima ben diferent del costat de llevant. L'orientació de les teulades i la disposició dels embornals fa que la distribució de l'aigua de pluja al voltant de l'edifici sigui també molt heterogènia. Si es tracta d'un edifici alt, i en té un altre a prop, entre ells el vent circula més de pressa, com per un embut i la insolació és molt escassa, però hi pot haver un rescalfament per radiació de calor des de la banda assolellada d'un a l'ombrejada de l'altre.

No totes les superfícies construïdes són iguals en el seu comportament tèrmic, ni molt menys. L'asfalt negre absorbeix molt l'escalfor, i damunt el carrer podem trobar temperatures molt elevades. Aquesta calor irradia sobre les parets del voltant i augmenta l'efecte de trampa de calor. Sota climes calorosos, com els de molts llocs de la mediterrània, la gent encala les parets i això fa que bona part de la radiació rebuda sigui reflectida i les cases romanguin més fresques (Andalusia, Eivissa, Grècia, etc.). Les propietats de la fusta, l'argila, la totxana o el formigó són absolutament diferents, pel que fa a la resposta tèrmica. Les construccions troglodites, com les que veiem a Guadix i altres pobles andalusos o a la regió de la Loira a França, no són mostres de primitivisme sinó de considerable intel·ligència: els habitatges són molt més temperats, frescos a l'estiu i calents a l'hivern, sense despesa energètica.

Alguns tipus de construcció es relacionen amb altres característiques del medi local. Per exemple, en zones d'aiguamoll, els habitatges tradicionals se solen fer damunt de suports de fusta, per allunyar-se de l'aigua. L'iglú esquimal és un exemple notori de construcció feta amb l'únic material fàcil d'obtenir en el medi àrtic, adaptada a les condicions de la vida nòmada sobre l'ambient hostil del Gran Gel. Els nòmades, en general, no poden carretejar materials especials pesats per a la construcció, així és que han de construir amb el que tenen o portar materials lleugers (com les tendes dels indis nord-

FACTORS ECOLÒGICS

SUBSISTEMES

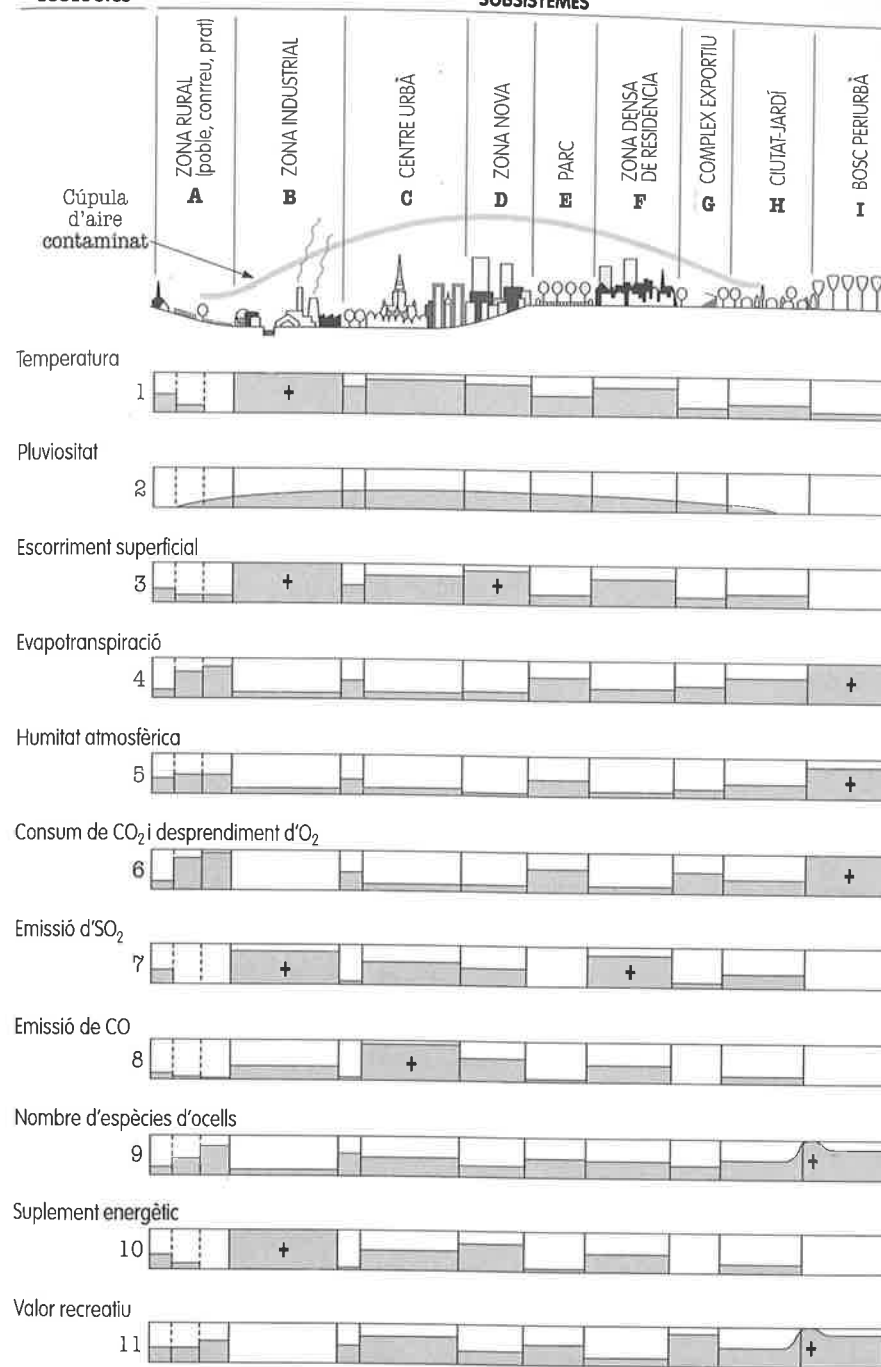


Figura 3.1 Característiques dels diferents ambients que formen el teixit urbà i la seva influència sobre el medi físic, segons Duvigneaud¹ per a Brusel·les

americans, dels berebers o, modernament, les dels alpinistes, especialment dissenyades per a baixes temperatures).

Inicialment, es construeix amb els materials disponibles en un entorn immediat. A mesura que augmenta la capacitat de transport, es poden emprar materials vinguts de més i més lluny. La raresa dels materials i la dificultat del transport en determinen el preu, però als palaus de l'antiguitat hi trobem marbres o fusta vinguts de molt lluny. Les construccions populars seguiran, en canvi, més lligades als recursos propers i fàcils d'obtenir. Veiem una associació entre recursos materials i recursos energètics. Quan aquests augmenten molt, s'incrementa també el transport a gran distància. Ara trobem normal que la fusteria de les nostres cases empri fusta procedent d'arbres tropicals, mentre que fa alguns decennis només les fustes nobles, com el banús o la caoba, compensaven els costos de transport.

Però la disponibilitat d'energia abundant i barata ha dut a què la construcció en zones urbanes hagi deixat de banda l'aprofitament de les condicions locals i l'estalvi, substituint els avantatges d'una exposició adient al sol, uns materials apropiats, un ús ben pensat de les finestres, etc. per la calefacció i refrigeració amb aparells d'alt consum energètic. Així s'entén *l'homogeneització de les formes constructives* sota climes tan diferents com els de Chicago o São Paulo. L'arquitectura convencional ha adoptat solucions estandarditzades, mimètiques, amb la imposició universal de modes pel que fa als materials i a les formes. La majoria d'exemples arquitectònics d'«adaptació» a l'entorn tenen més a veure amb l'estètica, la relació amb l'estil de les construccions veïnes o la preservació del caràcter del barri o de l'edifici antic en cas de remodelació, que no pas amb aspectes funcionals del medi ambient.

Les *noves tendències en arquitectura sostenible* (i moltes solucions antiquíssimes) es basen, en canvi, en l'aprofitament del coneixement de l'entorn i de tecnologia nova o recuperada per a dissenyar cases que aprofitin millor l'energia solar i estalviïn energies fòssils i materials costosos d'obtenir, reduint les emissions contaminants i els residus. L'orientació de l'edifici, la disposició de les obertures, l'ús de persianes o altres dispositius per regular la insolació, el gruix dels murs, l'ús de cobertes vegetals, captadors fotovoltaics solars, escalfament directe de conduccions d'aigua disposades a les parets que reben més radiació, finestres pensades per millorar la llum i regular la radiació segons les necessitats, trituradores de residus orgànics, etc. formen part de les solucions habituals en aquest tipus de disseny. El cas de les *cobertes vegetals*, emprades des de fa molts anys a Alemanya, per exemple, és atractiu pels climes mediterranis. Es componen d'unes capes que se superposen a teulades o terrasses, la primera formada per un ma-

terial impermeabilitzant, la segona per una estructura en ouera les cavitats de la qual s'omplen de sòl i, finalment, damunt d'aquest sòl s'hi planten vegetals resistents a les condicions climàtiques. Una coberta d'aquest tipus és un molt bon aïllant tèrmic, redueix tant la calor a l'estiu com el fred a l'hivern, i per tant permet un important estalvi energètic. El pes de la coberta en limita la instal·lació en edificis antics, però en els nous la previsió de la resistència estructural és fàcil i poc costosa. D'altra banda, en certs espais les cobertes verdes es poden convertir en un element estètic i en una ocupació interessant pels veïns, i donar lloc a activitats de voluntariat i orientades a la tercera edat. Per desgràcia, tot i notables excepcions, la majoria d'arquitectes i altres professionals del món de la construcció continuen poc interessats en tots aquests temes relacionats amb l'estalvi de recursos.

A escales menys detallades, l'estructura urbana presenta també una forta relació amb les condicions del medi, però les variables importants són unes altres. Vegem-ne alguns exemples.

• **Estructura urbana i relleu.** Les construccions que defineixen la ciutat s'implanten damunt un territori que no és, en cap manera, neutre. Ho hem deixat entreveure en algun dels exemples anteriors: cases fetes amb gel als grans deserts àrtics, cases sobre suports elevats en terrenys aigualosos. El territori té un relleu i en ell s'hi troben uns materials determinats i no d'altres. Tant la construcció dels edificis, carrers i altres estructures com la seva distribució tenen una relació amb aquests condicionaments físics del terreny. Els pobles antics s'adapten al relleu, mentre que l'augment de l'energia disponible per moure maquinària i el desenvolupament de maquinària apropiada permet modificar aquest relleu de forma molt més important. El fet és que el relleu tenia una importància extraordinària en la disposició espacial de les ciutats. Els poblats medievals es refugiaven en els turons, per raons de seguretat. Només quan s'ocupa la plana, com ja hem dit, es fa possible un urbanisme de disseny amb carrers amples i tendència a ser rectilinis. Avui encara reconeixem la influència del relleu en l'organització dels barris antics, tot i que les tècniques modernes poden ignorar-ne força les limitacions a l'hora de construir. Molts carrers de San Francisco ens resulten sorprenents perquè són amples i rectes, malgrat el fort pendent: per a nosaltres, europeus, a un relleu marcat li corresponen, habitualment, carrers estrets i sinuosos.

D'altra banda, el relleu es relaciona amb una varietat de microclimes i una determinada hidrologia. Damunt els turons, més airejats, l'aire és més net i més fresc al vespre. La situació d'un barri en una zona alta pot ser, doncs, un privilegi, però no és menys

cert que, a vegades, la manca de comunicacions i altres problemes han dut a una ocupació per barris residencials obrers (com en els casos del Carmel o el Turó de la Peira, a Barcelona, o el de l'autoconstrucció d'habitatges pels vessants que volten les ciutats, com passa a molts llocs d'Amèrica Llatina o, per exemple, a Las Palmas) o barraqisme (com les *favelas* de Rio de Janeiro, o els barris que es feren a Montjuïc, Barcelona, els anys seixanta, i que tendeixen a reparèixer així que hi ha una nova onada immigratòria).

• **Estructura urbana i hidrologia.** Els ecosistemes urbans són molt diversos pel que fa a la relació entre espai construït i espai amb un substrat natural (sòl o aigua). La proporció de sòl impermeabilitzat per les estructures urbanes afecta a la hidrologia: a més impermeabilització, més aigua d'escorriment superficial i menys aigua d'infiltració. Això ajuda a explicar perquè són freqüents les inundacions dels barris baixos en moltes ciutats. Però s'hi afegeixen altres factors. Encara que hi hagi poca infiltració, el subsòl rep entrades d'aigua procedents de les pèrdues del sistema conductor de l'aigua que es distribueix a habitatges, comerços i indústries. Els nivells freàtics poden ser alts, com passa a la zona baixa de Barcelona, ja que, a més, degut a la contaminació química i biològica, les antigues explotacions del freàtic superficial amb pous i mines s'han abandonat. La presència de construccions subterrànies, com les galeries del metro, dona lloc a la formació de dics que retenen l'aigua. Es fa, per tant, necessari en alguns casos bombear aigua del freàtic per mantenir-ne el nivell i evitar la inundació de soterranis, aparcaments, o línies de metro. Barcelona té, des de fa poc, un programa de reutilització de l'aigua bombejada en neteja de carrers o per regar, quan la qualitat ho permet.

Les extraccions excessives d'aigua també poden representar un problema complicat. Segons com siguin els materials del substrat, l'extracció d'aigua produeix una compactació diferencial entre ells i causa danys estructurals a les construccions. A les ciutats litorals, la disminució de l'aigua per extraccions es compensa amb la intrusió d'aigua marina, salinitzant l'aqüífer i fent-lo inaprofitable per a molts usos. Tant la salinització com la contaminació poden tenir efectes a molt llarg termini, ja que l'aigua subterrània circula molt lentament (entre 100 i 400 metres anuals), de manera que un abocament contaminant puntual pot trigar decennis en manifestar-se en un lloc diferent. Metalls pesats, residus d'olis de benzineres o tallers, residus fecals, etc. contribueixen a disminuir molt la qualitat de l'aigua subterrània.

La proporció de sòl impermeabilitzat, en front del total de sòl ocupat per la ciutat, és també una mesura del grau d'artificialització o, si es prefereix, del grau de natura-

litat. Alguns el consideren com l'indicador més important,² i les propostes de l'*Atlas Ambiental de Berlín*, desenvolupades per l'Institut d'Ecologia de la Universitat de Berlín, van en igual sentit, ja que aquest índex (*Biotop Flächen Faktor*) ens reflecteix les propietats de permeabilitat del sòl i de reflexió de calor solar del terreny. Però la veritat és que aquest indicador, com passa amb quasi tots, per sí sol no ens diu gran cosa, i donar-li massa importància és un indicati de què s'adopta una visió excessivament «administrativa» dels límits del sistema que es vol fer sostenible. En efecte, una ciutat difusa, amb molts espais no impermeabilitzats, pot semblar més «sostenible» que una compacta, però ho és a canvi d'ocupar en una forma semiurbana molta més superfície. Les ciutats compactes estan molt impermeabilitzades, però això no les fa més o menys sostenibles que les difuses. Cal situar el tema en un context més general. Barcelona, com a ciutat compacta, té una infiltració baixa (fig. 3.2): del total de precipitació anual caiguda damunt la ciutat, uns 60 hm³, només 4 hm³ s'infilren al subsòl (caldría afegir-hi 3 hm³ més procedents del rec).

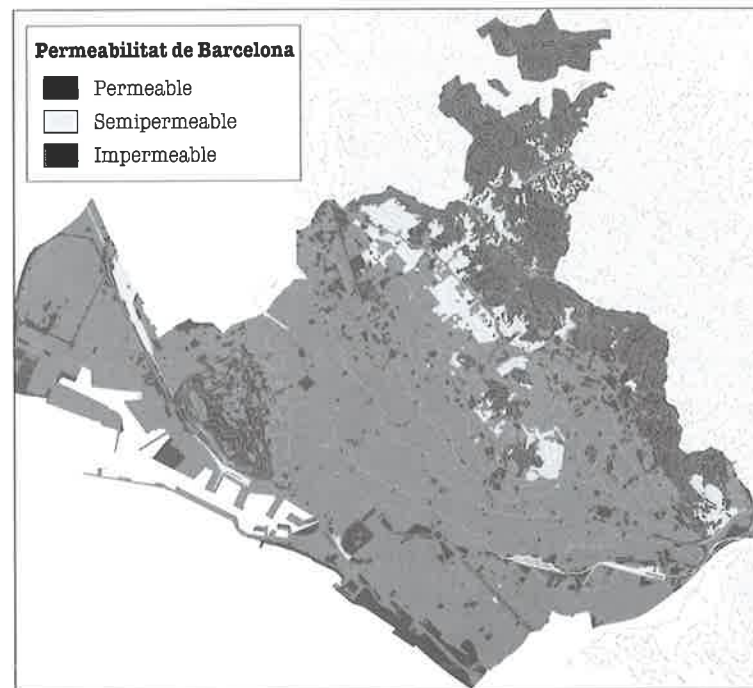
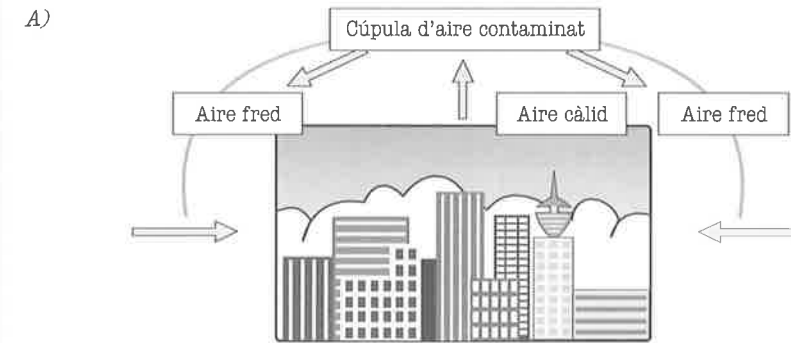


Figura 3.2 Permeabilitat de les diferents zones de Barcelona. El gris dominant correspon a zones impermeabilitzades; el gris més clar, a zones semipermeables, i el gris més fosc a zones permeables. (Basat en el *Mapa Ecològic de Barcelona de 1993* de Burriel et al.³)

• **Estructura urbana, clima i atmosfera.** El conjunt de la ciutat té efectes sobre el clima general. Les temperatures hi són més altes del que correspondria al clima local, però també acostumen a incrementar-se les boires i la nuvolositat, i fins i tot les precipitacions. L'augment de temperatura, que és l'efecte més clar i conegut, no es deu només a l'estructura, també hi intervé la producció de calor pel consum energètic (calefaccions, aparells d'aire condicionat, motors de vehicles, i moltes més coses) que ajuda a crear l'efecte anomenat d'*illa de calor*. Tanmateix, hi ha una forta dependència de l'estructura en la magnitud d'aquest efecte. Els dies d'estiu, els murs de formigó acumulen calor que irradien després, durant la nit. Tenen una calor específica més baixa que el terra, que conté més aigua, així que absorbeixen i desprenen calor més de pressa que una superfície no construïda, amb terra i vegetació, i gairebé no es refreden per evaporació. Per tant, a l'estiu, a les ciutats hi sol fer més calor que a les zones rurals veïnes. Això s'accentua amb la producció de calor resultant del consum d'energia. Ja sabem que l'aire calent és menys dens que el fred. Per aquest motiu, l'aire calent, carregat de gasos i partícules, s'aixeca damunt la ciutat, formant una cúpula. La radiació intensa fa que es produeixin reaccions, en què participen els òxids de nitrogen, de formació de dotzenes de substàncies químiques secundàries, entre elles l'ozó, un oxidant perillós. A aquest còctel químic se li dona el nom de «smog» fotoquímic o boirum. A la part superior, aquesta cúpula es va refredant, i l'aire cau cap a la perifèria rural de la ciutat, o més lluny, exportant contaminants, mentre l'aire net perifèric és xuclat cap al centre de la ciutat (vegeu la figura 3.3).

De nit, en refredar-se l'aire que hi ha damunt la ciutat, es condensa vapor d'aigua sobre les partícules de pols en suspensió, originant sota la cúpula una boira que redueix la velocitat de refredament. L'aire fred s'enfonsa, queda bloquejat ran de terra per l'aire més calent que hi ha a sobre (*inversió tèrmica*) i la concentració de fum i boira augmenta a nivell del sòl. En temps estable, si no hi ha vent o pluja, les condicions empitjoren progressivament i les concentracions de contaminants com l'ozó o el diòxid de sofre poden arribar a ser nocives, fins el punt que, de tant en tant, les autoritats han de prendre mesures de limitació del tràfic. Aquests problemes s'han estudiat molt a Los Angeles i són encara més evidents en una ciutat com Mèxic, que per la seva altitud i posició geogràfica, rep molta radiació i té molts dies de temps estable, per les seves dimensions genera una cúpula molt ampla i per les característiques d'escàs control ambiental i parc de vehicles antiquat produeix molts contaminants. El tràfic de matí emet òxids de nitrogen (NO_x), sobretot NO , i hidrocarburs, de manera que n'augmenten les concentracions. En pujar el sol, una mica de NO es dissocia i l'oxigen serveix per formar molècules

d' NO_2 , de manera que aquest assoleix els màxims valors de concentració a mig matí-migdia, quan també és màxima la d'ozó (O_3). Mentre es va formant l'ozó, normalment la massa d'aire es desplaça, empesa per exemple per la brisa marina a les ciutats litorals com Barcelona, i això fa que es trobin valors més alts d'ozó fora de la ciutat, en el medi rural o en ciutats veïnes. Es tracta d'una forma subtil d'impacte extern de les grans ciutats. Quan baixa la radiació, disminueix la taxa de reacció. A la nit, l'ozó ha anat reac-



B)



Figura 3.3 A) Formació d'una cúpula d'aire contaminat damunt una ciutat. B) Fotografia de la ploma de fum despesa per les xemeneies de la central tèrmica del Paral·lel, quan estava en activitat, en condicions d'inversió. (Foto: Juan B. López Cayetano, del 24-9-1969.)

cionant amb els òxids de nitrogen i la seva concentració és mínima ($\text{NO}_2 + \text{O}_3 = \text{NO}_3 + \text{O}_2$) a la ciutat, on aquests òxids són abundants, però no baixa tant al medi rural. També es forma a les ciutats N_2O_5 , compost molt inestable que, amb vapor d'aigua, dona àcid nítric, acidificant la boira del matí.

La pol·lució causa diversos problemes de salut, des de conjuntivitis i irritacions de coll fins a asma, emfisema o càncers de pulmó. L'episodi de contaminació urbana més conegut és el que es produí a Londres el 1952, on el cèlebre puré de pèsols ocasionà de l'ordre de 4000 defuncions per damunt de la mitjana. Aquest és, encara, l'incident més luctuós que s'ha produït mai per un problema de contaminació de l'aire urbà (sense comptar accidents químics i nuclears). En aquells temps, el problema es devia sobretot a les emissions industrials (*smog* industrial) de diòxid de sofre resultants de la crema de carbó i olis pesats, que, amb el vapor d'aigua, sobretot a l'hivern, produïa una boira amb àcid sulfúric, molt agressiu pels pulmons. El problema subsisteix encara en certs països, com la Xina i alguns de l'Europa de l'Est. Entre els contaminants importants pel seu efecte sobre la salut de les persones, cal esmentar el plom, el diòxid de nitrogen i el diòxid de sofre, les partícules, els productes al·lèrgens (recordem els problemes deguts a les descàrregues de soja al port, a Barcelona, els anys vuitanta, que van produir almenys 26 morts fins que se'n descobrí la causa)⁴ i un llarg etcètera.

Noves tècniques i noves bases conceptuals d'estudi de l'estructura urbana i la seva dinàmica

L'anàlisi de l'estructura territorial d'una ciutat es fa, naturalment, mitjançant la cartografia, i hi ha moltes menes de mapes temàtics que contenen important informació ambiental. Les noves possibilitats que generen les tecnologies de *teledetecció i sistemes d'informació geogràfica* (SIG) permeten una actualització continuada de la informació i la consulta a bases de dades georeferenciades amb capes de temes diversos, el que hauria de facilitar molt l'aproximació pluri i interdisciplinària a la qüestió urbana, i en particular als seus aspectes ambientals.

El ràpid creixement de les ciutats s'ha traduït, en molts casos, en l'expansió en taca d'oli dels establiments humans, fusions entre nuclis veïns, etc. La sèrie d'imatges de la figura 3.4 mostra aquest procés pel cas de Barcelona.

No podem dedicar espai en aquesta obra a explicar l'ús de tècniques cartogràfiques en el tractament del tema urbà, però sí que comentarem molt breument un cas, el del *Mapa Ecològic de Barcelona* (fig. 3.5). Consisteix, en essència, en l'anàlisi detallada

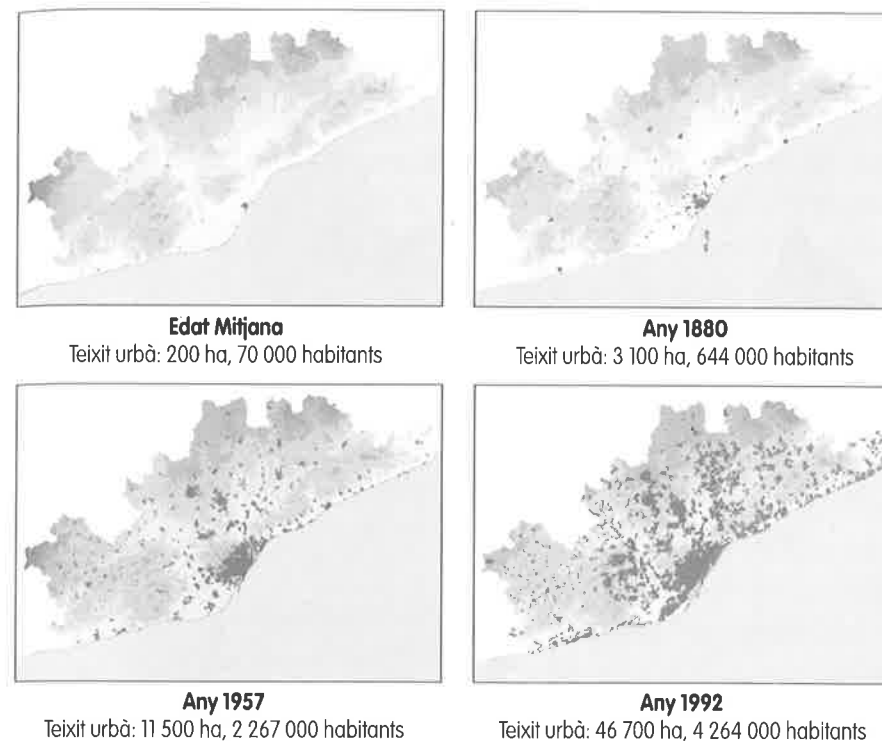


Figura 3.4 Evolució dels usos urbans del sòl a l'àrea barcelonina. (Font: Pla Territorial Metropolità de Barcelona, 1992.)

del mapa d'usos del sòl de Barcelona, modificat per fer una llegenda amb un significat ambiental més explícit. En la seva versió més recent, ha estat fet al CREAM, per J.A. Burriel, X. Pons i J. Terradas,³ amb la informació digital disponible, corresponent a l'any 1993. Aquesta informació s'ha contrastat amb les dades del mapa ecològic que havíem elaborat l'any 1978, prèviament digitalitzades. Els resultats d'aquesta comparació poden trobar-se a la publicació ja referenciada,³ però val la pena esmentar-ne alguns.

Tot i l'esforç per crear noves zones verdes (el verd urbà ha augmentat un 14,2 %) i places, i per esponjar el teixit urbà, en aquests anys s'ha produït un increment notable del percentatge d'espai edificat (un 9,2 %), i una disminució dels espais oberts, que afecta sobretot les superfícies destinades a conreus (disminueixen un 176,1 %) i de les de matollars i boscos (els primers disminueixen i els segons augmenten, amb un descens combinat d'un 5,4 %). També és interessant remarcar que les platges gairebé han duplicat la seva superfície. La important disminució dels conreus, de 225 a només 44 ha, és la causa principal de reducció d'espais oberts relativament poc artificialitzats, que ha estat

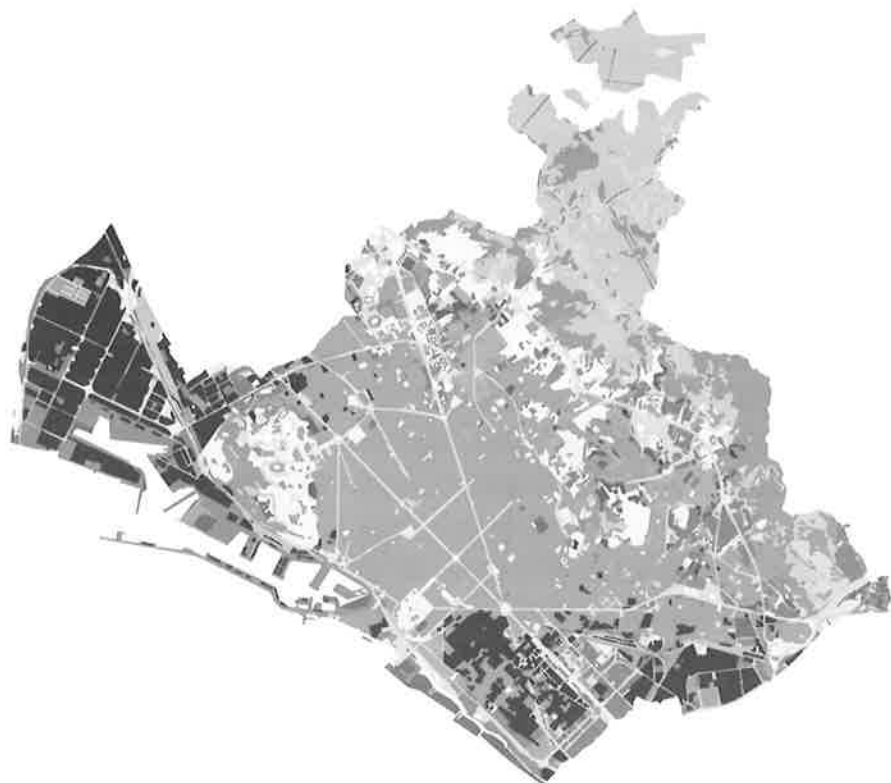


Figura 3.5 Mapa Ecològic de Barcelona.³ En essència, el negre representa zones industrials, la taca central correspon a l'Eixample i les viles perifèriques (Sants, Gràcia) i la part superior a zones que van des de construïdes amb ajardinaments o habitatges unifamiliars fins a la massa de matollar i forestal de Collserola

d'un 2,3 % entre 1977 i 1997, i el territori està més ocupat, tot i que la població, en igual període, ha baixat en 327 333 persones.

Els mapes com aquest no són cap gran innovació conceptual. De fet, són mapes d'usos del sòl amb un determinat punt de vista temàtic, però pot ajudar a definir tessel·les adjacents per a certs tipus d'estudi. El que sí és important és el gran nombre de possibilitats de les noves tècniques cartogràfiques i geogràfiques per gestionar la informació i la facilitat que existeix ja per introduir aspectes d'interès ambiental entre els documents de base a disposició dels tècnics i planificadors. Les limitacions més importants solen venir del fet que les dades que estan disponibles es refereixen a diferents àmbits administratius i no a les realitats funcionals que desitjaria l'investigador.

A més de les tècniques de teledetecció i SIG, un camp en ràpid desenvolupament és el de la *modelització* que, justament, es beneficia molt de les anteriors. La producció de

models de tota mena té, naturalment, una gran i creixent presència en l'estudi de les ciutats. Alguns s'empren per *simular el creixement urbà*, amb resultats teòrics interessants, com el proposat per H.A. Makse *et al.*,⁵ derivat de certs models físics de difusió, que produeix evolucions cap a xarxes jerarquitzades d'agregats força semblants a les observades, i allunyades en canvi de les idees de ciutats monocèntriques amb expansió perifèrica. L'ús de models caòtics o fractals condueix a veure les ciutats com *sistemes autoorganitzats, a partir més d'accions locals que no pas del disseny per una intel·ligència centralitzada*, que, fins i tot, s'imposen als intents planificadors de contenció (com ha passat amb les polítiques d'«anella verda» a Londres).

Ja hem vist que, en ecologia, tenen molta aplicació els models basats en considerar el territori com un mosaic i analitzar el comportament de les peces de diferents tipus que el componen. No hi ha cap dubte que aquesta mena de models seran també útils en ecologia urbana, suposen un important salt conceptual al que ja ens hem referit: passar d'un punt de vista que parteixi d'analitzar els balanços globals (de dalt a baix) a un que estudiï el comportament d'unitats relativament petites i homogènies, per anar passant després a escales més amples (de baix a dalt). Sobre una estructura ben descrita amb les eines geogràfiques abans indicades, els models poden ajudar a entendre no només la dinàmica estructural, sinó també els efectes sobre els canvis en el funcionament.

L'estructura urbana i els models urbanístics

Encara que no volem entrar massa en temes clàssics de l'urbanisme, indiquem, com a referència per al lector, que s'han diferenciat tres models principals basats en qüestions merament topològiques. El primer model és el de *cercles concèntrics*, amb un nucli central de negocis envoltat de barris i ciutats perifèriques. En aquest model pot ser que les perifèries suburbanes siguin residencials, amb cases unifamiliars i d'alta qualitat, com passa en algunes ciutats nord-americanes, o que compreguin zones de creixement especulatiu durant períodes de forta immigració, amb poc planejament, alta densitat i baixa qualitat de construcció i entorn. El segon model, de *sectors*, tindria una configuració més semblant a un formatge en porcions. La seva aparició és conseqüència del creixement del nucli inicial, un petit mosaic de zones residencials, industrials, comercials i de transport, cap a l'exterior. Finalment, el model de *nuclis múltiples* és aquell en què no hi ha un nucli central, sinó que es desenvolupa simultàniament una constel·lació de poblacions independents que acaben ajuntant-se més o menys (fig. 3.6).

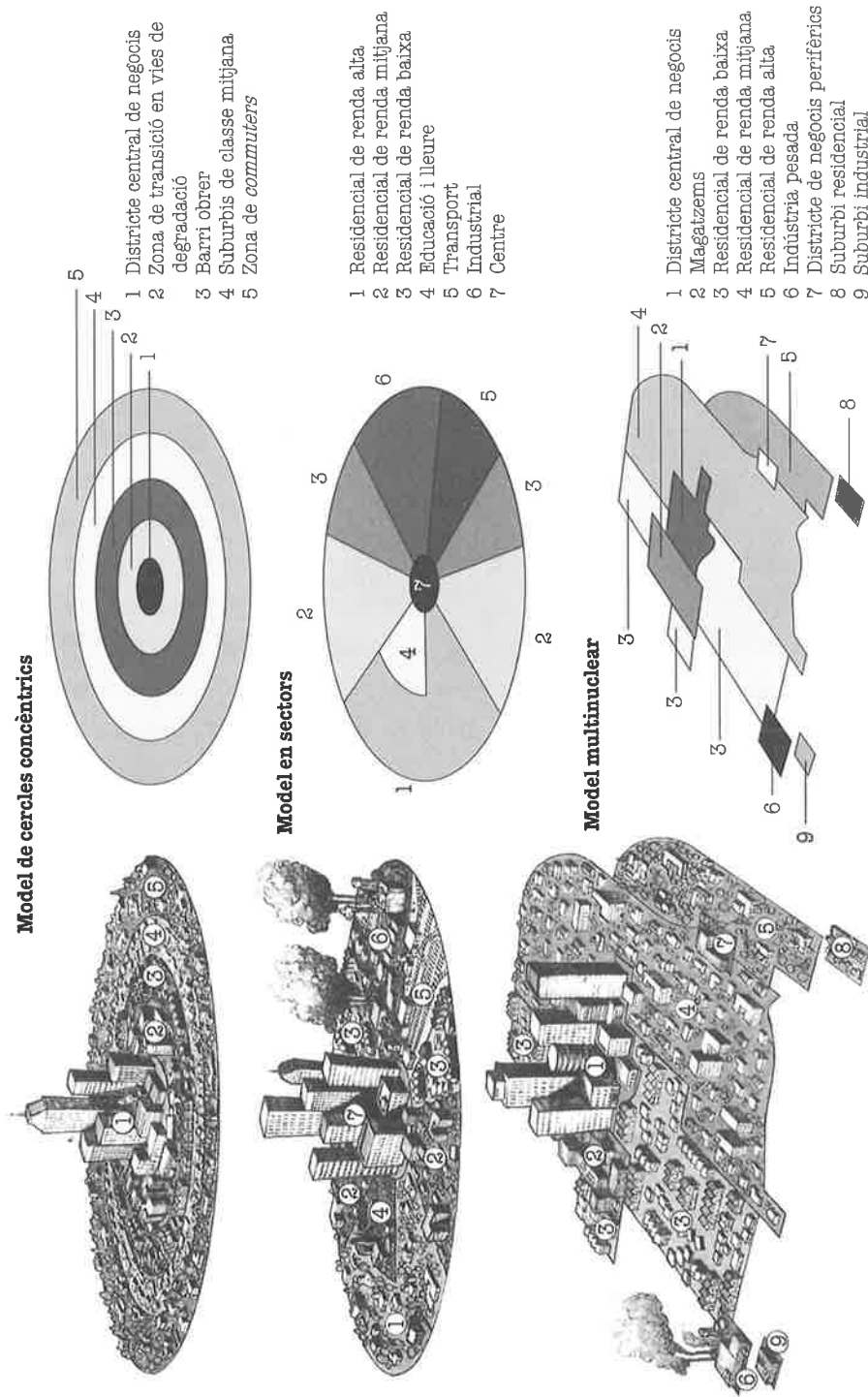


Figura 3.6 Els tres models generals de l'estructura espacial urbana⁶

Des del punt de vista ecològic, més important potser que la forma (que també ho és), és el tema de la densitat del teixit urbà. Hi ha un vell debat urbanístic: el que enfronta la *ciutat difusa* i la *ciutat compacta*, termes que ja hem anat emprant. Els arguments en favor d'una o altra són variats. Ara, des de l'òptica de l'anàlisi del metabolisme urbà que fa l'ecòleg, es tracta d'un debat que sovint emprava arguments anacrònics, anteriors a la preocupació per la sostenibilitat. Naturalment, al llarg de l'eix difusa-compacta, hi ha totes les graduacions que es vulgui, i els dos extrems són segurament exagerats. Però l'esforç cap a una més gran sostenibilitat té, com un dels seus trets bàsics, la reducció del transport horitzontal, i del consum energètic i la contaminació derivada que hi van necessàriament associats. Per tant, la ciutat desitjable sembla que hauria de tendir a certa compacitat, sense que l'excés de densitat originés un estrès per saturació de les vies d'entrada i sortida. Els criteris moderns de sostenibilitat indiquen que, paradoxalment, el *racionalisme* urbanístic de Le Corbusier, amb la segregació territorial de funcions, i la tendència (per desgràcia, implantada a Estats Units i creixent entre nosaltres) a fer grans centres comercials perifèrics (amb la necessitat associada d'emprar vehicles privats per a la compra) constitueixen solucions ambientalment irracionals. Tanmateix, aquestes solucions són les que s'imposen. Hem vist que la ciutat compacta, com ho era la típica ciutat europea, es «descentralitza» i es dispersa, a l'hora que es fragmenta més socialment i funcional (la «ciutat esclatada»). A mesura que les ciutats s'estenen, tendeixen a fusionar-se amb altres veïnes, formant megalòpolis immenses. Un gran dinamisme es produeix en els *marges* de les velles aglomeracions (*ciutats de vora*), però part del creixement actual a moltes ciutats europees es fa al llarg de les vies de comunicació, on s'hi instal·len magatzems i grans comerços sense cap ordre ni concert fora de la mera juxtaposició espacial, formant els anomenats *carrers-mercat*. És al llarg de les carreteres que es produeixen les fusions entre nuclis veïns. D'ací que hi hagi motiu per al debat sempre que es projecten noves vies de comunicació que poden estimular l'expansió urbana.

Les tendències a créixer horitzontalment o fer-ho en vertical, i a construir més o menys densament, depenen en bona mesura de la disponibilitat d'espai per construir. Els centres de negocis poden tenir una demanda d'espai construït molt superior a l'espai lliure disponible, i això ha ajudat a la formació de barris de gratacels, com a Nova York i a moltes altres ciutats. Les ciutats americanes, tanmateix, solen tenir una estructura més laxa que les europees, perquè han disposat de més espai i han crescut en temps de major facilitat de transport. Per tant, tenen menors densitats de població. Com a contrapartida, s'imposa el transport privat i disminueix l'eficiència en l'ús de l'energia. Les decisions urbanístiques

ques tenen, per tant, una gran transcendència en el comportament dels sistemes urbans des de l'òptica ambiental. No només el planejament, sinó altres decisions que condicionen els hàbits i les necessitats de desplaçament. Hem dit que el racionalisme de Le Corbusier implicava un disseny urbanístic sectorialitzat, contrari a l'estalvi energètic. Però, segurament, no és just culpar Le Corbusier. Com llavors, més que les idees abstractes pesen les realitats concretes: l'obertura de grans centres comercials, molt potents, que competeixen amb èxit contra el petit comerç, sectorialitza i obliga a desplaçaments motoritzats per arribar-hi. Marxa gent de les ciutats, en especial gent jove que no pot pagar els preus de l'habitatge dins el nucli urbà, i van a barris (sovint mal urbanitzats i de qualitat dubtosa), a vegades blocs de pisos, d'altres xalets adossats, etc., situats a la perifèria (primera o segona corona). Des de la perspectiva ecològica, és una pèssima solució, ja que afavoreix el transport privat i el consum d'energia. També ho és perquè els grans centres comercials, que pertanyen a empreses multinacionals, creixen amb la globalització econòmica i generen forts impactes en els llocs d'origen dels productes.

La Perspectiva de Desenvolupament Espacial Europeu, desenvolupada per la Unió Europea durant els anys noranta, dona les guies d'acció amb relació a aquest tema de l'estructura urbana per avançar cap a uns sistemes urbans més sostenibles:

1. Desenvolupament d'un sistema urbà equilibrat i policèntric i reforçament de la complementarietat ciutat-camp.
2. Promoció dels conceptes de transports i comunicacions integrats, en suport d'aquest caràcter policèntric del sistema urbà.
3. Preservació dels patrimonis natural i cultural, mitjançant l'ús i la gestió adients.

Aquestes guies, ben intencionades, són força ambigües i massa genèriques, però responen, en essència, a les preocupacions que expressen els ecòlegs urbans. R. Rogers i P. Gumudchian⁷ han insistit en què l'estructura ideal per afavorir la sostenibilitat exigeix el policentrisme, així com la presència d'anells o tascons verds i d'una xarxa potent de transport públic radial i transversal. Els avantatges de la ciutat compacta (més eficiència energètica, estalvi d'espai, més diversitat d'activitats i menys segregació socio-cultural), per desgràcia, no ens garanteixen un canvi en l'actual dinàmica d'esclatament urbà. De fet, és molt difícil dirigir la forma del creixement urbà, i si es vol anar cap a una recompactació caldria intervenir de forma molt decidida, per exemple forçant que bona part de les noves construccions siguin recuperacions d'àrees urbanes degradades. Aquesta intervenció s'enfrontaria a seriosos problemes econòmics, atesa la diferència de

costos entre recuperació o construcció nova. També trobaria d'altres dificultats, com pot ser un canvi en la distribució geogràfica dels llocs de treball disponibles. Com que el sector que més ocupació genera actualment als països desenvolupats és el de serveis, el creixement més fort de la creació de llocs de treball ha seguit el desplaçament de la població, així que els nuclis urbans més densos perden llocs de treball i els guanyen les ciutats mitjanes o petites.⁸ També la indústria s'ha desplaçat dels nuclis centrals. Així que la dinàmica de transició cap a la ciutat difusa o esclatada presenta un seguit de *retroalimentacions positives* (o *autoacceleracions*) que fan difícil invertir la tendència.

Encara hi ha altres raons, de tipus cultural o psicològic, més subtils i difícils de quantificar que les que fins ara hem comentat. Un cas que val la pena d'esmentar és el del grau de contacte entre la població humana i els elements naturals: les «necessitats» de natura de la població o la seva sensibilitat amb relació a la protecció de la natura (i, per tant, el comportament de lleure o la resposta cívica a certs problemes) poden ésser afectats pel contacte quotidià amb la natura o la seva presència durant el procés educatiu. La penetració de la natura dins la ciutat (per exemple, mitjançant tascons verds que enllacin amb parcs periurbans) pot comportar una mena d'extensificació del teixit urbà: una expansió cap a la perifèria i, ensems, un esponjament interior mitjançant la creació d'espais no construïts. Res de nou, en el fons. El model americà comporta més presència de jardins i natura en àrees urbanes (es parla de boscos urbans, per exemple), i més proporció de superfície permeable al municipi, però el sistema és, de fet, més insostenible, ja que és més costós de mantenir en termes energètics i de recursos i ocupa més espai, pres a sistemes menys artificialitzats. Doncs, bé, part de les dificultats per invertir la dinàmica actual es deuen, en alguns països, precisament a que s'ha desenvolupat una cultura contrària a la vida en apartaments urbans: el vell desig, que ací, des d'en Macià, expressem com «la caseta i l'hortet», és una força sociològica important i difícilment reversible. És paradoxal (però passa, de fet, sovint) que un desig de natura es converteixi en un motor de la degradació dels sistemes naturals.

En resum, hi ha seriosos motius per preguntar-se si té possibilitats d'èxit la defensa de la ciutat compacta. Segurament, el debat ha quedat superat per la realitat. Tant se val que la ciutat compacta sigui menys insostenible, si no podem *recompactar* les nostres ciutats. Potser a l'hora de planejar o projectar, podrem aprofitar algunes idees, però és difícil evitar cert pessimisme pel que fa a les proporcions que les actuacions des de les administracions poden representar en els canvis futurs de l'estructura urbana. Potser es pugui obtenir més suport públic per a la recuperació d'àrees degradades o per a la construcció sobre espais ja urbanitzats. És indispensable lluitar des de les administra-

cions contra el «buidat» progressiu dels nuclis urbans tradicionals, avui exposats a un molt greu risc de perdre el seu caràcter de motor cultural i econòmic. Així les coses, és important que ens preguntem sobre l'eficàcia del planejament.

El planejament i la seva eficàcia

Les característiques del creixement depenen de factors contingents. Algunes ciutats han aplicat el planejament de forma més continuada i conseqüent que altres. El més freqüent és que la importància del planejament hagi variat amb el temps. La història de l'urbanisme ha estat molt ben tractada, per a moltes ciutats, i no és necessari que hi tornem a insistir, però deixem constància que Barcelona és un exemple del poder i les limitacions del planejament i també dels lamentables resultats de la manca de planejament. Pels barcelonins, és fàcil adonar-se de la visió de futur d'Ildelfons Cerdà. Des del punt de vista ambiental, moltes de les seves propostes són molt preferibles a les idees de la majoria d'urbanistes posteriors. Que la realització de l'Eixample no respectés prou el seu pla ha estat una llàstima per a la ciutat. Que després s'abandonés en gran part el planejament durant anys ha servit per demostrar que un bon planejament, fins i tot no completament respectat, és molt millor que l'urbanisme salvatge. Hem de planificar, indubtablement. Ara, el planejament actual ha d'incorporar punts de vista ecològics, de la mateixa manera que els romans van saber incorporar els aspectes més merament metabòlics.

Potser convé fer alguna reflexió sobre el motor del canvi en l'expansió de les ciutats. Hem demostrat que cada cop hi ha més gent que viu en ciutats. No obstant, i a Barcelona en tenim un exemple, la població pot disminuir i continuar el procés d'ocupació d'espai pels artefactes humans. A l'àrea barcelonina, amb un espectacular descens de 300 000 habitants els darrers 20 anys, en aquest curt període, alhora ja de governs democràtics i, suposadament, menys propicis que les dictadures de dretes a tolerar l'especulació desenfrenada, s'ha ocupat tant espai rural o natural com en tota la història precedent (unes 20 000 ha). L'ocupació urbana del sòl de la regió metropolitana barcelonina s'ha incrementat en un 130 % entre el 1973 i el 1992, mentre la població creixia només el 16,7 %. És ben clar que la tendència a usar més i més sòl no és una conseqüència del creixement demogràfic. Això no es dona només a Barcelona. Una raó força universal d'aquesta tendència a urbanitzar és la recerca del benefici immediat (poques coses permeten fer diners tan de pressa com l'especulació sobre el territori), complementada pel fet que els ingressos de les administracions locals, que són el que els permet de garantir els serveis als ciutadans, des del subministrament d'aigua potable a l'assistèn-

cia social, procedeixen d'impostos a la propietat, així que establir noves urbanitzacions, àrees comercials o indústries és millorar les rendes dels municipis i la qualitat dels serveis als habitants (i la imatge dels polítics locals, que cal revalidar en períodes curts a les eleccions).

És un peix que es mossega la cua, per què a mesura que s'ocupa més terreny augmenten les demandes de serveis. Per desgràcia, a mesura que els municipis fan concessions, per obtenir recursos, sovint empitjora la qualitat ambiental, i l'alternativa és pujar els impostos. Fins que comença un procés de decadència social, d'abandonament o totes dues coses. Però no és fàcil prendre decisions basades en resultats potser millors a llarg termini, però poc vistosos a curt. El resultat és que, tot i haver-hi notables diferències entre països, en funció del grau de control social sobre els processos especulatius, són ben pocs els que han fet intents seriosos de planejament urbanístic sobre una base ambientalment respectuosa, i encara han de resistir fortíssimes pressions.

Aquestes pressions no només s'expressen directament pels poderosos interessos econòmics en joc o de la demanda del mercat d'habitatges més econòmics o amb major contacte amb la natura, sinó que a vegades prenen la forma de la queixa dels propis professionals de l'urbanisme i l'arquitectura, que se senten «encotillats en la seva llibertat creativa» per les normatives ambientalistes. Lamentable, però cert. Hi ha artistes que creuen que el Gran Canyó milloraria molt si el creués el pont que ells es veuen en cor de posar-hi. Amb tot el respecte per a la creació artística, hom pot sospitar que això és una prova de «les tendències narcisistes que, de la mà de l'optimisme tecnològic i la fe en el déu del progrés, són a l'essència mateixa de la cultura occidental més dominant i més ambientalment analfabeta». ⁹ Si analitzem les opinions expressades per alguns coneeguts urbanistes, es pot constatar que n'hi ha que accepten, no només com inevitable (que segurament ho és), sinó fins i tot com a desitjable, el pas a la megalòpolis difusa. I encara sobta més veure que n'hi ha que defensen el creixement en taca d'oli i les possibilitats que generen els espais buits intersticials, atrapats entre l'esquixada de nous espais urbans i les vies de comunicació i infraestructures de tota mena. Aquests arquitectes i paisatgistes tenen raó quan diuen que cal recuperar els espais intersticials, però a vegades sembla que celebrin el procés conjunt: difusió urbana i creació d'un territori fragmentat, esbocinat, simplement perquè això justifica l'acció de l'arquitecte arreu. Ve a ser com dir: el paisatge ha mort, visca el nou paisatge que ara, per fi, podrem reinventar, triomf definitiu de l'art sobre la natura.

La crítica d'aquestes posicions, en la forma extrema que acabem de descriure, és fàcil des de l'ecologia, ja que els *paisatges reals* no són meres estructures sinó *sistemes*

funcionals. La fragmentació interfereix amb els processos funcionals. Podem pensar en substituir els vells ecosistemes i llurs funcions per uns de reinventats, cosa que a vegades es pot fer, i és perfectament legítim. Però només en uns pocs casos coneixem prou bé el funcionament ecològic per crear sistemes artificials que funcionin amb igual eficàcia que els naturals. La vocació frankensteiniana ja sabem que és filla de l'orgull (fig. 3.7), i no és clar si els inventors de nous paisatges volen jugar a Prometeu o no són sinó Narcís. La restauració ecològica és possible, i certament alguns ecosistemes pràcticament construïts per l'home manipulant elements preexistents (en general, a base de segles d'aprenentatge) han arribat a funcionar molt bé, però estem lluny de ser capaços de reorganitzar una suma excessiva de petits espais envitricolladament complicats, d'una forma ecològicament funcional. Els arquitectes i paisatgistes, que saben que la funcionalitat és important en la seva feina (encara que, de tant en tant, ho oblidin, i facin –quan paguem tots, és clar– grans edificis deslligats del context immediat i perfectament inadaptats a l'objectiu previst, vegeu el MACBA)¹⁰ tenen tendència a ignorar la funcionalitat ecològica dels paisatges. Per tant, la ignorància és atrevida: es veuen en cor de fer que els espais intersticials quedin bonics, i ja està. Ara, això, que és perfectament defensable dins un petit territori, deixa de ser-ho quan la ciutat s'escampa sobre grans superfícies, perquè seguim necessitant molts serveis ecosistèmics que deriven, precisament, de la funcionalitat ecològica, i aquesta no es pot destruir a gran escala sense generar efectes negatius per a nosaltres mateixos.

Els arquitectes i urbanistes estan acostumats a sotmetre's a moltes normes sobre com han de ser els edificis, que varien segons les zones. Tot i així, cal lamentar que, sovint, siguin dels primers en queixar-se si es vol establir un mínim de normes basades en raons ecològiques. Aquesta queixa teoritza que el paisatge és sempre un fet cultural (cosa ben certa a casa nostra, i de fet arreu, si s'entén que tot objecte natural, quan el mira un home, esdevé cultural). A vegades, és cert que l'intent de fixar per sempre un determinat paisatge, i fer-lo intocable a base de normes i funcionaris, pot haver tingut efectes regressius, fossilitzadors, però cal dir que són molts més els abusos comesos en l'altra direcció, la de construir sense cap consideració ni per l'estètica ni pels aspectes ecofuncionals: fins ara, ha fet molt més mal el «llibertinatge» constructiu que el normativisme, i sobretot que el *normativisme ambientalista*. Tot i els dubtes expressats sobre la capacitat de planificar eficaçment, només una bona planificació i una aplicació coherent poden ajudar-nos a racionalitzar els processos que regeixen l'estructuració del territori. Per tant, potser convé aclarir alguns conceptes, encara que això ens suposi fer una regressió, dedicada sobretot al debat entre ecòlegs i paisatgistes o arquitectes.



Figura 3.7 *La caiguda de Faetont*, per Rubens. Segons el mite, Faetont era fill d'Helios, Apol·ló, i una oceànida, la qual el duqué, quan el noi arribà als 20 anys, a conèixer el seu pare. Aquest, satisfet de la bona presència de Faetont, li oferí d'atorgar-li qualsevol desig. El noi demanà portar un dia les regnes de la carrossa del seu pare, el Sol, durant un dia. El déu mirà de fer-li veure la imprudència que allò suposava, però el noi insistí i els déus han de complir la seva paraula. Els cavalls s'adonaren que la mà que els duia no era la mà ferma del Sol i començaren una cursa folla, acostant-se a la Terra. Els boscos s'encenien i els llacs s'assecaven. Davant el perill d'una catàstrofe total, Zeus matà l'imprudent jove amb un dels seus llamps. Ovidi relata bellament aquest mite a *Les Metamorfosis*. Faetont pot ser el paradigma d'una humanitat massa creguda, ignorant de les subtilitats d'un món del que li agradaria prendre'n les regnes, segur de millorar-lo

És cert que la noció de paisatge és anterior a l'ecologia científica i constitueix un descobriment cultural. Això no vol dir que parlar d'*ecologia del paisatge* sigui aberrant, com pretén A. Roger en el seu marcadament antiambientalista *Breu tractat del paisatge*, recentment traduït al català.¹¹ És un fet evident que la ciència emprà molts mots que tenien abans altres significats, sovint més imprecisos, per designar el que estudia. No tindria cap sentit que ens lamentéssim de l'ús de termes com força, energia, espai o

tants d'altres per part de físics i matemàtics, en uns sentits molt més acotats dels habituals en la parla no científica. Troll, el 1939, va proposar l'ús del terme *paisatge* en un sentit que no pressuposa necessàriament la manipulació cultural del territori (però tampoc no l'exclou). Aquest és el sentit que, més o menys, s'accepta en ecologia, avui. El paisatge designa, en aquest context, *un conjunt de sistemes ecològics, estructurats damunt d'un territori, sobre la base de factors naturals* (com la topografia, la hidrologia, la litologia, la vegetació, etc.) i molt sovint *culturals* (la silvicultura, l'agricultura, la urbanització, etc.).

Per tant, és perfectament lícit parlar d'*ecologia del paisatge*, com ja hem vist que ho és parlar d'*ecologia urbana*, per més que els ecòlegs ni fan ni faran cases. És que la manera d'aproximar-se a la ciutat o al paisatge pot ser molt diversa: serà diferent per a un historiador, per a un sociòleg, per a un expert en art, per a un botànic, per a un arquitecte o per a un ecòleg. I totes aquestes aproximacions són vàlides i es complementen, però cap aproximació esgota el tema i ningú no pot reivindicar la possessió exclusiva d'un mot: per sort, els mots encara no estan patentats i la realitat és més gran que cap disciplina.

Per fer un símil fàcil, les nostres ciutats es construïren sense pensar mai en les barreres arquitectòniques. Qualsevol minusvàlid permanent o temporal, o qualsevol que tingui un familiar o amic proper que ho sigui, sap les dificultats que encara hi ha per dur una vida relativament normal, per culpa de les imprevisions de disseny: escales, pendents excessius, ascensors de porta massa estreta o de poca fondària, voravies, sanitaris i un llarguíssim etcètera. Ara, és cert que els dissenys més moderns estan incorporant de mica en mica aquests temes. Un altre exemple: comparant països on els terratrèmols són igualment freqüents, un sisme d'intensitat superior a 7 en l'escala de Richter té conseqüències desastroses a Turquia i produeix només petits desperfectes al Japó, com s'ha vist recentment, per què, tot i que l'exposició al risc és semblant, la susceptibilitat o fragilitat és molt diferent: els japonesos construeixen a prova de terratrèmols forts i els turcs no. Això no és així de sempre, sinó que és el resultat d'una evolució tècnica i d'una exigència social dels japonesos, evolució i exigència que no s'han donat entre els turcs. Doncs bé, el tractament del territori en dissenyar, planejar i construir ha d'incorporar certs requisits ambientals, igual com ha d'incorporar la previsió d'estalviar barreres als minusvàlids i la de disminuir la fragilitat davant els terratrèmols o els incendis, entre moltes d'altres. Nosaltres, per desgràcia, i força per la nostra vergonya, ens assemblem més als turcs que als japonesos pel que fa als terratrèmols, i és de tèmmer que també pel que fa als requisits ambientals. Els artistes han de ser, justament, capaços de crear solucions belles i *funcionals* des del respecte a les constriccions de l'entorn, dels materials i dels

processos que funcionaven abans de la seva intervenció i han de seguir funcionant després, i, si pot ser, millor.

Els espais verds urbans

Per a l'urbanita, el tema del verd urbà i els parcs periurbans té, essencialment, un vessant estètic i un vessant d'ús recreatiu, evidentment relacionats. Tots dos són punts de vista legítims i amb una molt llarga tradició. El *verd urbà*, siguin parcs, arbres dels carrers, patis o jardins, terrasses verdes o, fins i tot, testos als balcons, és un element més dels paisatges de la ciutat construïda, o sigui, d'un sistema amb un elevat grau d'artificialització, o d'*artificialització* (com proposa de dir-ne A. Roger).¹¹ En aquesta perspectiva, no és cap disbarat que hi hagi, en una ciutat mediterrània, jardins romàntics amb arbres caducifolis, jardins de plantes suculentes o hivernacles amb plantes tropicals, com no ho és que s'emprin materials de construcció diferents de la pedra de Montjuïc o d'altres zones immediates. L'arquitecte o el jardiner creen aquests espais amb llibertat artística, el que no vol dir, insistim, sense constriccions, per exemple econòmiques o tècniques (com també en tenen els arquitectes per fer cases).

Darrerament, es defensa, per part dels ecologistes i també des d'instàncies públiques (per exemple, ho fa l'Ajuntament de Barcelona), l'ús de les plantes autòctones en el verd urbà. Això té un sentit eminentment pràctic: les plantes d'un país solen ser robustes amb relació al clima local (tot i que la ciutat pot presentar un clima propi un xic particular) i amb relació a les plagues. Són sovint barates, estan adaptades a una disponibilitat limitada d'aigua i, per tant, no necessiten tant de rec i tant consum d'aigua com d'altres que s'han emprat habitualment, etc. A més, les espècies exòtiques poden plantejar problemes importants en els sistemes naturals, si s'escampen més del compte. Són raonaments legítims i ambientalment avantatjosos. Ara, no són definitius. Hi ha plantes exòtiques que també tenen aquestes virtuts de resistència i baix consum, que fa molts anys que s'utilitzen sense efectes adversos, i que són molt apreciables per raons estètiques, per exemple. I, d'altra banda si no sempre s'opta per les solucions més econòmiques en la construcció, tampoc és estrictament obligat fer-ho en el verd urbà. De la mateixa manera que no tots els llibres es publiquen només en edicions populars de butxaca, i que no tot es fa amb formigó, no cal pensar que tots els jardins han de ser estrictament autòctons i d'una implacable austeritat. És bo fomentar l'estalvi, però no cal arribar a la gasiveria de no entendre que el verd urbà, com el ciment, és un producte cultural, i, per tant, cal que hi hagi certa llibertat creativa. Dit això, i dit amb tota con-

tundència (és magnífic, per exemple, que una ciutat disposi de bells jardins amb notable valor artístic i cultural), la tendència a augmentar la sostenibilitat ha de promoure l'increment del verd i és bo que faci, de pas, pedagogia sobre l'estalvi. Sense dogmatismes i sense essencialismes, però amb una raonable prudència.

Però més que com són els espais verds, acostuma a preocupar la seva quantitat i extensió. En moltes ciutats és evident que manquen espais verds que estiguin fàcilment a l'abast del ciutadà (és a dir, sense necessitat d'un llarg desplaçament: el temps de desplaçament per arribar a un espai verd és un indicador apreciat pels sostenibilistes). Els municipis miren de recuperar alguns espais per fer jardins, o d'obrir antics jardins privats o que eren, per alguna raó, inaccessibles al públic, però les possibilitats solen ser limitades. Una part de la mancança es podria resoldre amb l'aprofitament d'espais interiors o elevats dins l'espai edificat, mitjançant les ja esmentades cobertes verdes i altres possibilitats. Ja hem dit que, a casa nostra, s'ha fet molt poc aquest tipus d'intervenció, en part per desconeixement, en part perquè sovint no tenim teulades i sí terrats o terrasses, en part per no haver-se estudiat les plantes més apropiades al nostre cas, però sobretot per una qüestió cultural i de comercialització, i per les dificultats que, als edificis antics, suposa el pes de la instal·lació. Les cobertes verdes podrien donar lloc a una notable transformació estètica i, probablement, com ja hem apuntat, el seu manteniment podria originar una ben interessant experiència de participació ciutadana i un nou tipus de lleure, molt apropiat per a gent gran.

De tota manera, les cobertes verdes no substituiran la manca de grans espais verds en zones centrals de la xarxa urbana, com poden ser el Central Park de Nova York o el Retiro madrileny, que a Barcelona, per exemple, només estan una mica representats per la Ciutadella (Montjuïc, el Laberint i l'Oreneta són ja espais perifèrics). A Barcelona es poden recuperar alguns petits espais centrals, però difícilment tindran les dimensions de què parlem. És clar que l'àrea barcelonina evoluciona cap a una regió urbana en la que Collserola tindrà, cada cop més, un paper d'espai verd central. De tota manera, aquesta visió d'un territori ampliat no pot compensar que, per a molts ciutadans, no hi ha espais verds de lleure a l'abast, o són massa petits i massa plens.

Als països del nord d'Europa és habitual parlar del paper dels *bosc urbans* en la conservació. Ací, la idea de bosc urbà sembla estranya, tot i que la Devesa de Girona pot donar-nos una imatge aproximada del que es vol dir. En la mesura en què, com dèiem abans, anem entenent que hem passat de la ciutat a la regió urbana, el concepte de bosc urbà esdevindrà més usual. Tot i així, ara ja els parcs urbans, els jardins o, fins i tot, els arbres del carrer, tenen, a més de les seves funcions socials i estètiques, un paper

ecològic, encara que hi hagi moltes espècies exòtiques. Aquest paper ecològic es relaciona amb la *permeabilitat del territori a plantes i animals*. Ja hem reconegut que les prioritats de la demanda en el verd urbà eren unes altres, estètiques i recreatives, però és bo saber que existeix, a més, aquest paper ecològic. El nombre d'espècies d'ocells, insectes o plantes que es veuen als barris amb una relació construït/verd més alta és molt superior que els que es veuen als barris amb menys verd, una obvietat si es vol, però que no per òbvia deixa de ser certa i, tanmateix, sovint s'oblida. Per tant, més verd urbà vol dir més permeabilitat per a les altres espècies en general, encara que la permeabilitat varia per a cada una. La importància de preservar la biodiversitat en zones urbanes és petita si parlem d'una ciutat compacta de mida normal, però esdevé cada cop més gran amb el pas a megalòpolis difuses.

En moltes ciutats del món, es troben retalls de natura poc alterada a l'interior o les immediacions del casc urbà més dens. No sempre es tracta de boscos. El mar o els llacs i rius tenen sovint fronteres molt abruptes amb les ciutats, i això genera unes problemàtiques associades sobretot a la contaminació per abocaments. En algunes ciutats, s'han creat parcs o reserves naturals urbans, per exemple en el cas d'aiguamolls, com passa a les vores de la badia de San Francisco, en un dels «confínua» urbans més extensos del món. Una bona gestió ambiental pot conduir a la recuperació d'ecosistemes molt degradats, un exemple clàssic n'és el riu Tàmesi al seu pas per Londres. A vegades, fins i tot es poden recrear ambients naturalitzats, a partir d'una situació de partida altament artificial. La recuperació de la llera del Besòs a Barcelona i Sant Adrià és un procés en aquesta direcció.

Cap a una estratègia de conservació de la biodiversitat des de les ciutats

La biodiversitat a les ciutats té diversos components, i un programa sobre el tema podria incloure: *a)* conservació d'espais de natura, corredors, etc. a l'interior de la ciutat (associació d'espais forestals perifèrics amb zones forestals urbanes i parcs, formant xarxa, importància dels arbres dels carrers, etc.); *b)* recuperació de zones litorals, disminuint la contaminació de l'aigua i limitant les activitats de pesca i recollida a certes zones (àrees de cria, creació de biòtops artificials); *c)* manteniment dels espais naturals perifèrics en bon estat de conservació; *d)* foment de l'activitat de recerca i les de conservació i reproducció d'espècies en perill als parcs zoològics i jardins botànics; *e)* activitat dels centres de recerca sobre biodiversitat; *f)* participació i organització de

reunions internacionals, i g/sensibilització ciutadana sobre el tema; control del tràfic d'espècies exòtiques.

Cal també que els habitants de les ciutats tinguin major consciència del seu impacte, directe o indirecte, en els usos i la fragmentació del territori a nivell regional, i molt més enllà, a vegades en regions biogeogràfiques molt allunyades. Així, el cafè o el cacau que planten per a nosaltres, o la marihuana, que pel cas tant se val, o la captura d'espècies en perill per vendre-les a la Rambla o de forma clandestina, són només exemples puntuals de la incidència que podem tenir, des de Barcelona, en la destrucció de biodiversitat en països tropicals.

Ciutat i natura en el territori

La proporció entre urbanitzat i no urbanitzat varia molt a les diferents àrees metropolitanes. A la regió metropolitana de Barcelona, prop del 50 % del sòl té un ús forestal, una proporció elevada, mentre que en altres regions metropolitanes properes, sobretot del sud de la península Ibèrica, hi ha més proporció de cultius o matollars i poca de bosc. L'única compensació viable a la manca d'espais verds urbans, en casos com el de Barcelona, sembla que hagi de ser impedir la urbanització dels parcs metropolitanos i millorar-ne l'accés (fig. 3.8). És un plantejament aparentment raonable, si no es poden fer grans parcs centrals. Els parcs metropolitanos són coberts de boscos, una part dels quals ja els podem considerar com a *boscos periurbans*. No són sistemes estrictament naturals, sinó fortament culturalitzats, per una llarga presència humana tradicional, i ara per l'afluència de gent de les ciutats, amb una demanda potser no de natura en sentit estricte, sinó, com hem dit al començament, recreativa i paisatgística.

Alguns dels espais «naturals» més propers a les ciutats han estat els primers camps de batalla a favor de la conservació, precisament pel fet d'estar sotmesos a una més forta pressió urbanitzadora. A Catalunya, el Montseny, Montserrat o Sant Llorenç del Munt serien clars exemples d'això. Convertits en parcs metropolitanos, una part d'aquests espais són considerats, sempre en l'òptica de la conservació, dipositaris d'un ric patrimoni natural que cal salvaguardar. Hi ha, doncs, un conflicte entre l'ús conservatiu i l'ús com a parc recreatiu. Aquest conflicte s'agreuja amb el pas de la ciutat compacta a la ciutat difusa o esclatada, augmentant les dificultats per a la conservació.

Inicialment, les zones protegides es dibuixaren com illes en un mapa. Sovint, la part protegida era decidida per una corba de nivell per sobre la qual no hi quedés cap població o nucli apreciable de població (així es féu a Sant Llorenç i al Montseny). Aquesta es-

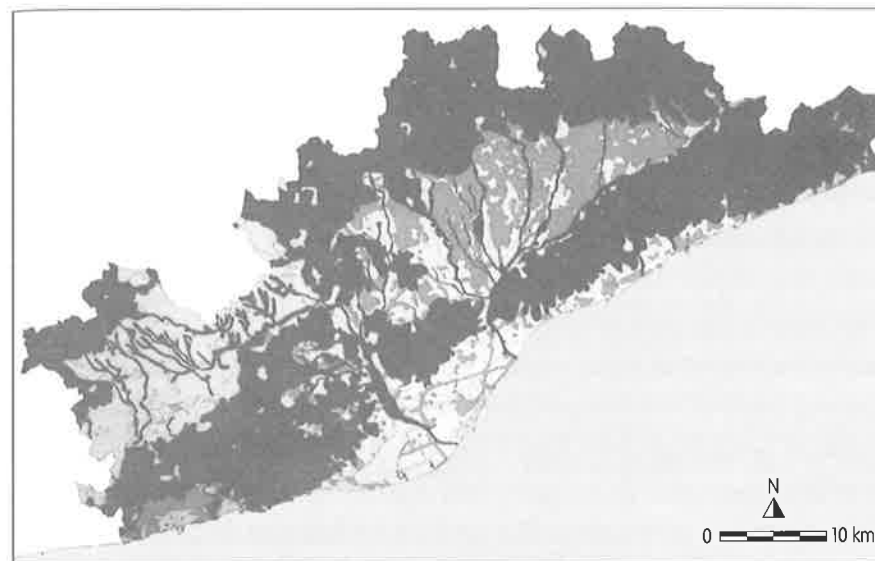


Figura 3.8 L'estructura verda de l'àrea de Barcelona. Les àrees d'un gris més fosc corresponen a zones de vegetació més natural, boscos o matollars. El gris clar pertany a zones rurals amb digitacions forestals. La resta són zones rurals o urbanes¹²

tratègia «insular» de conservació no respon al que els científics consideren adient avui. Per això es parla, des de fa alguns anys, de xarxes, corredors, vies verdes i, en el cas de Barcelona, de l'«anella verda». En efecte, la conservació de moltes espècies exigeix la possibilitat de desplaçar-se sobre territoris relativament grans, sigui per tal de trobar recursos, en funció de la variabilitat interanual de les condicions (per exemple, d'eixut o fred), sigui per mantenir mides de població amb capacitat reproductiva prou grans, etc. La necessitat de permeabilitzar el territori per a les espècies és més evident si es pensa en la cada cop més probable incidència de canvis climàtics importants en un futur proper (fig. 3.8).

Tanmateix, com dèiem, l'operació conservacionista a molts llocs ha procedit, segurament, a l'inrevés del que hauria estat desitjable. S'ha començat per triar illes constituïdes per llocs especialment interessants i després s'ha passat a parlar de *connectar* aquests espais. Les coses potser haurien anat millor si s'hagués començat per establir una estratègia de conservació que considerés el conjunt del territori. Cal partir d'un cert grau de respecte per l'entorn a tot el territori, el que no vol dir que no es pugui construir o conrear enlloc, ni molt menys. Si haguéssim començat la conservació amb aquest respecte generalitzat, potser hauríem minvat els terribles efectes de l'actual fragmentació sobre la biodiversitat. I potser les nostres ciutats mantindrien l'harmonia i la qualitat dels

nuclis centrals que tant sovint hem d'envejar d'altres ciutats europees. Aquest respecte s'ha de traduir, necessàriament, en normatives ambientals.

La conservació d'una xarxa d'espais, no direm que «naturals» en sentit estricte, però amb un grau d'intervenció antròpica de baixa intensitat, és una necessitat ambiental. I no només als parcs metropolitans, sinó també a la resta del territori metropolità. Els *parcs* són els nuclis bàsics d'aquesta xarxa, i se suposa que han de complir a la vegada *objectius de conservació de la diversitat, protecció hidrològica, producció agrosilvopastoral, oferta de lleure i paisatge (en el sentit estètic)*, etc. Entre parc i parc, amplis espais predominantment agrícoles poden seguir jugant un paper bàsic en la conservació, sobretot si la seva gestió ho té en compte i, per tant, preserva les tanques vegetals entre els camps i els bosquets de ribera, limita l'ús de plaguicides i adobs als menys perjudicials i a les dosis apropiades, etc. Les grans infraestructures de transport també han de tenir en compte el tema de la permeabilitat per a fauna i flora (això es féu, per primer cop entre nosaltres, en el cas de l'autovia dels túnels de Vallvidrera), i és necessari tractar de forma adient els espais intersticials. Finalment, l'espai urbanitzat pot ser també més o menys respectuós amb la biodiversitat i la permeabilitat.

El territori és un mosaic de situacions amb molt divers grau d'intervenció antropògena, encara que, en el nostre cas, d'intervenció n'hi hagi arreu. En algunes peces (tessel·les) del mosaic territorial, hi ha una alta diversitat natural (d'hàbitats, d'espècies i genètica). En d'altres s'incrementa molt la intervenció humana, potser amb una elevada riquesa cultural o potser amb una ocupació molt simplificadora del medi en tots els aspectes. Entre uns extrems i altres, hi ha totes les situacions intermèdies. El que hem de procurar és, en primer lloc, saber quin país volem, és a dir, quins grups d'objectius d'ús han de dominar a cada part del país, i, en segon lloc, que les intervencions humanes, sigui quina sigui la seva intensitat, estiguin tan ben pensades com en siguem capaços, en totes les dimensions, i una dimensió molt important és l'ambiental. Hem de compatibilitzar molts usos, com hem vist en el cas dels parcs metropolitans, però compatibilitzar vol dir d'antuvi respectar els diferents interessos i trobar la millor solució. En el capítol següent i les conclusions, mirarem de donar algunes idees generals sobre com cal repensar la relació entre ciutat i natura.

Notes

¹ P. Duvigneaud: *La síntesis ecológica*, Madrid, Alhambra, 1978.

² V. Bettini: *Elementos de ecología urbana*, Madrid, Trotta, 1998.

³ J.A. Burriel, X. Pons i J. Terradas: *Mapa Ecològic de Barcelona de 1993*, Barcelona, CREAM/ Ajuntament de Barcelona, 2000.

⁴ J. Sunyer: *Aula d'Ecologia 1997-1998*, Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2000.

⁵ H.A. Makse, S. Havlin i H.E. Stanley: «Modelling fractal cities using the correlated percolation model», *Nature* 1995; 377: 608-612.

⁶ H. J. de Blij: *Human geography*, Nova York, J. Wiley, 1977.

⁷ R. Rogers y P. Gumudchjian: *Ciudades para un pequeño planeta*, Barcelona, Gustavo Gili ed., 2000.

⁸ M. Breheny: «Urban compaction: feasible and acceptable?», *Cities* 1997; 14: 209-217.

⁹ J. Terradas: *El patí del darrere del Dr. Pangloss, o per què l'optimisme tecnològic i la immodèstia intel·lectual es corresponen tan poc amb l'abast de la nostra ciència*, Barcelona, Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1996.

¹⁰ El MACBA, el Museu Art Contemporani de Barcelona, situat al barri barceloní del Raval, va ser inaugurat oficialment el 1995. És un edifici de traçat longitudinal de 120 x 35 m de base, ideat per Richard Meier.

¹¹ A. Roger: *Breu tractat del paisatge*, Barcelona, La Campana, 2000.

¹² DEPANA: Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona, 1992.

4

El metabolisme de la ciutat

Les poblacions urbanes i el metabolisme endosomàtic

Quan pensem en la població de les ciutats, ho fem, naturalment, en termes de població humana. Al primer capítol, ja hem parlat d'algunes dades relatives a nombre d'*habitants*, que és el paràmetre més usual per indicar la mida d'una ciutat. Tot i semblar una variable poc problemàtica, ho és. En efecte, els censos urbans presenten no poques dificultats. Establir amb precisió quanta gent viu en una ciutat en un moment determinat és, de fet, molt difícil, encara que se'n pot tenir una idea aproximada. Per començar, no s'estan fent censos contínuament, i la població en el temps t_1 és el resultat de sumar, als habitants en el temps t_0 (per exemple, el moment del darrer cens), els naixements i immigrants, i restar les defuncions i emigrants. Normalment, naixements i defuncions estan enregistrats, però immigrants i emigrants (inclosos no només els que venen de lluny o marxen lluny, sinó també els qui canvien de domicili des d'un a un municipi proper) no. Com que entre un cens i altre poden passar cinc o deu anys, si s'està en un període molt dinàmic l'error pot ser considerable. A més, no tothom que viu a una ciutat ho declara, per raons diverses, inclosa la immigració clandestina. Finalment, hi ha molta gent que entra i surt de la ciutat cada dia, els *commuters*, persones que viuen a la ciutat i treballen fora, o que viuen fora i treballen a la ciutat, tendeix a incrementar-se. D'una banda, força indústries s'han desplaçat cap a l'exterior de les ciutats, i amb ells una part dels llocs de treball. De l'altra, en moltes ciutats els alts costos de l'habitatge i les dificultats d'ocupació estable dels joves afavoreixen el desplaçament d'aquests cap

a zones residencials en municipis veïns, fenomen que és el responsable de la disminució de població estable que enregistren els censos, però molts d'aquests joves segueixen treballant a la ciutat i, per tant, influïnt d'alguna manera en el consum total, el tràfic i les emissions. També hi ha molta gent que marxa de la ciutat o hi va uns dies per treball o lleure. És a dir, que és molt difícil, si no impossible, tenir una imatge instantània de la mida de la població que està realitzant activitats, com menjar, rentar-se, encendre una calefacció o moure's pels carrers. Emprem només aproximacions. Quan parlarem dels *indicadors*, que molt sovint es donen en valors per càpita, entendrem que aquesta és una possible font d'errors en establir comparacions, que és per al que els indicadors tenen sentit (taula 4.1).

La comprensió de la demografia i de molts aspectes d'interès socioeconòmic obliga a considerar la *distribució de la població en classes d'edat*. Les representacions de les classes d'edat en piràmides són molt clàssiques i donen, de forma molt immediata, informació sobre el potencial de dinàmica biològica de la població i sobre les conseqüències demogràfiques de fets històrics. A la figura 4.1 B es pot veure una piràmide d'edats per Barcelona, separant els dos sexes. S'hi aprecia fàcilment la més gran proporció de dones en les classes d'edat més avançada, pràcticament a partir dels 60 o 65 anys. També s'observa com les classes d'edat més jove suposen una proporció petita del total, i que hi ha una forta caiguda per sota de la classe d'entre 20 i 24 anys. Això expressa la davallada reproductiva que tingué lloc des del 1975, aproximadament. Si comparéssim aquesta piràmide amb una de primers de segle, veuríem que la base s'ha fet més estreta i la punta més ampla, reflectint un procés d'envelliment que és general a les poblacions europees, tal com es pot apreciar a la figura 4.1 A. Però deixarem el tema dels

Taula 4.1 Comparativa amb dades de Barcelona, el Barcelonès, Àrea Metropolitana, Regió Metropolitana i Catalunya*

	Municipis	Superfície (km²)	Superfície (%)	Població (1996)	Població (%)	Densitat de població
Barcelona	1	99,1	0,3	1 508 806	24,8	15 230
Barcelonès	5	143,1	0,4	2 131 378	35,0	14 897
Àrea Metropolitana	33	585,4	1,8	2 904 941	47,7	4 962
Regió Metropolitana	163	3 234,5	10,1	4 228 048	69,4	1 307
Catalunya	946	31 895,3	100,0	6 090 040	100,0	191

* Font: <http://www.mcrit.com/Agenda21>

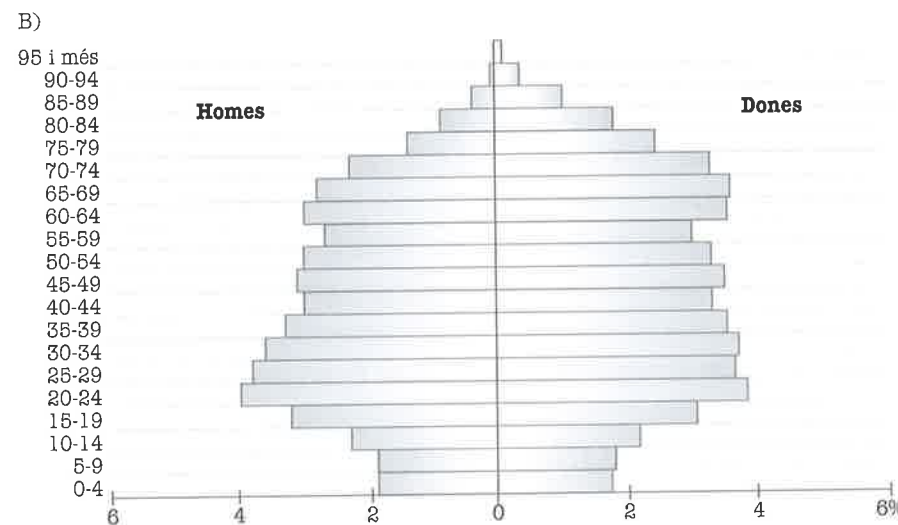
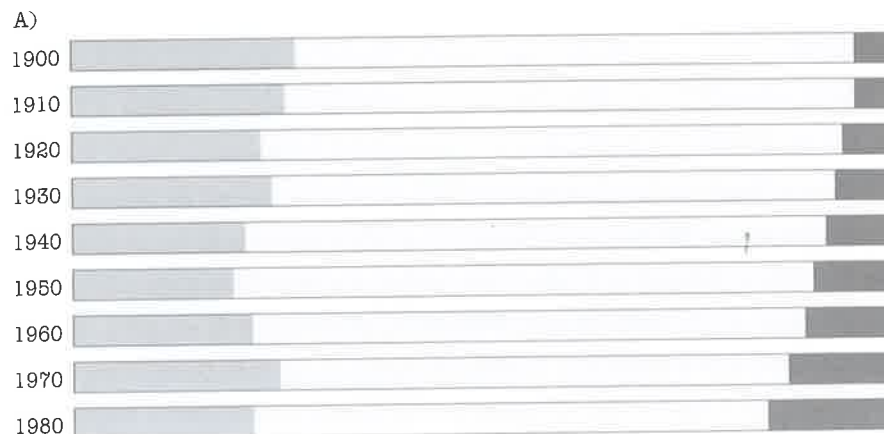


Figura 4.1 A) Evolució de l'estructura d'edats a Barcelona des de 1900 a 1980 (les dècades ressaltades en fosc corresponen a onades immigratòries). A l'esquerra, joves de menys de 14 anys, a la dreta vells de 65 anys o més. B) Piràmide d'edats actual de Barcelona. (Font: <http://www.mcrit.com/Agenda21>)

canvis demogràfics humans als demògrafs, que tenen molta més informació, i retindrem només la significació de les dades demogràfiques en la interpretació ecològica de la ciutat.

Des del punt de vista del metabolisme endosomàtic, és interessant conèixer la *biomassa* humana. El consum d'aliments i begudes i la producció d'excrements líquids o sòlids depenen de la biomassa (i del sexe, la classe social, poder adquisitiu i factors individuals, però la variabilitat no és, en termes quantitativs, molt gran). Per fer-ne una estimació, hem de dividir la població en segments de mida o d'edat: quan més alta sigui

la proporció d'infants en la població, més baix serà el pes mitjà i, per a un mateix nombre d'habitants, més baixa serà la biomassa. En els estudis sobre Barcelona¹ vam calcular el pes mitjà en 56 kg i la biomassa en quasi 97 000 t, que representen, a 5 kcal/g de pes sec, 600 000 GJ d'energia.

Deixem ara la població humana, que és la dominant en termes de biomassa. A la ciutat hi ha *altres poblacions, no humanes*.² Les condicions de vida dins una ciutat varien considerablement, podem trobar-hi un bon nombre d'hàbitats diferenciats: els clots dels arbres del carrer, les esquerdes entre llambordes, els murs i parets, els erms, els patis i terrats, l'interior dels habitatges, els balcons i testos, la xarxa de clavegueres, els jardins i parcs, les zones forestals, els espais intersticials entre infraestructures, les fonts i els estanys, les platges i roques litorals, etc. Pràcticament qualsevol lloc ofereix possibilitats a una o moltes menes d'organismes. La major diversitat de conjunt la trobarem en els retalls de comunitats menys alterades o menys humanitzades (boscos periurbans o urbans, matollars), però podem trobar altes riqueses d'espècies d'un determinat grup, per exemple de plantes en jardins, riqueses que poden haver estat creades intencionalment, i hi ha els casos especials dels zoològics, aquaris o jardins especialitzats. L'arbrat viari pot ser també prou variat. A una ciutat com Barcelona, que té unes quantes desenes de milers d'arbres al carrer, tot i la sensació de gran domini del plàtan, s'hi troben arbres de prop de 50 gèneres diferents. És una diversitat superior a la que es dona en una superfície comparable de boscos de la regió, però cal dir que és una diversitat «artificial», ja que els arbres han estat plantats i viuen independentment, sense formar part d'un sistema funcional autosostenible. Als clots dels arbres (escocells), als solars, creixent al peu de murs humits o entre llambordes, a jardins i erms, hi trobem una considerable varietat d'herbes i matolls, moltes i algues. Els hàbitats més rics en plantes poden servir de refugi i donar aliment a més varietat faunística. La presència de plantes pot tenir un interès ornamental o científic, però a vegades també pot generar algun inconvenient. El més greu és el paper del pol·len en la incidència de malalties al·lèrgiques de les persones, des de la febre del fenc a al·lèrgies de contacte degudes a un conjunt variat de substàncies (lactones sesquiterpèniques, quinones, etc.).

De la fauna urbana, les espècies més notòries són uns pocs mamífers (gossos, gats, rates, ratolins, rates pinyades) i força ocells. Un dels efectes de l'ecosistema urbà sobre els ecosistemes veïns és servir com a refugi i font d'una elevada població de gats i gossos, que han esdevingut ja els principals mamífers depredadors a les zones naturals de moltes regions d'Europa. Els ocells són emprats, a vegades, per analitzar el paper dels espais verds com a refugis de diversitat i llocs de pas que poden permetre a algunes

espècies creuar els espais urbans i saltar d'un espai natural a un altre. Alguns ocells, com els coloms, les orenetes i falziots o els pardals, troben a les parets externes dels edificis, a les cornises i forats, un hàbitat semblant al de les roques, i troben també la manera de niar-hi. Ocells depredadors, com els falcons, han estat introduïts intencionalment en algunes ciutats per controlar les poblacions de coloms. Alguns ocells omnívors o necròfags també troben a les ciutats o als abocadors veïns l'aliment necessari, com fan les gavines, els corbs i, en aglomeracions urbanes del Tercer Món, fins i tot, els voltors. Entre els rèptils, i deixant de banda tortugues i serps en captivitat o escapades, sargantanes i dragons són els més comuns. La presència d'amfibis està lligada a l'existència de basses o estanys.

Els artròpodes tenen una presència important, i sovint no desitjada per l'home, en especial les formigues, tèrmits, escarabats de cuina, corcs, peixets de plata, puces, xinxes, paparres, aranyes, mosques, mosquits i un llarg etcètera. Alguns poden tenir, realment, conseqüències negatives per a la nostra espècie, especialment els mosquits i altres xudadors de sang, per la seva capacitat de transmetre malalties. El cas més conegut és el de la *malària*, ja que encara és la malaltia infecciosa que produeix una més alta mortalitat en la població humana, però n'hi ha molts més. Les puces que passaven de les rates als homes eren les transmissores de la *pesta bubònica*, la *pesta negra*, que va tenir tan catastròfics efectes a Europa i Àsia. L'aparició recent a Nova York de la febre del Nil, transmesa per mosquits, va causar força alarma social, i preocupa els experts. Les previsions de canvi climàtic fan pensar en la possible expansió de malalties tropicals transmises per insectes a territoris que ara tenen climes mediterranis o temperats. Molts dels insectes que viuen a les ciutats, però, no depenen directament de l'home, sinó d'altres animals o de plantes. A vegades, la introducció d'una planta com ornamental porta també insectes que són una plaga per a aquesta planta, d'altres vegades els insectes arriben molt més tard, com ha passat amb la famosa papallona africana del gerani.

La població microbiana (virus, bacteris, fongs microscòpics) és molt variable, i important per diversos conceptes. El nombre de gèrmens a l'aire de París varia al parc de Fontainebleau des de 50 per m³ a 4 milions dins uns grans magatzems, passant per 5500 a la rue Rivoli.³ A Barcelona, s'han donat valors entre 240 i 618 per m³ a l'aire lliure, però el rang no deu ser molt diferent del de París. No cal dir que això és important en epidèmies de transmissió per via respiratòria com les de grip, en malalties com la tuberculosi i, recentment, la legionel·losi, l'agent de la qual ha trobat un hàbitat adient en els grans sistemes d'aire condicionat i a Espanya està creant dificultats a diverses ciutats. Les aigües residuals són un ambient particularment problemàtic, per l'abundàn-

cia de microbis patògens. A escala mundial, un dels organismes més perillosos és *Vibrio cholera*, que produeix epidèmies terribles de còlera, sobretot en països pobres. El bacteri *Escherichia coli* és un indicador de contaminació per aigües fecals que es pot emprar per avaluar les condicions sanitàries d'aigües per banyar-se (per exemple, en el litoral marí). També hi pot haver contaminació fecal si s'empren aigües residuals per afegir a les de rec. Hi ha més *E. coli* en verdures i hortalisses procedents de zones properes a Barcelona i a l'estiu, en què hi ha menys aigua per regar, sobretot en productes com els porros i els raves, que tenen més contacte amb el terra. Els tractaments de depuració fan que la seva abundància baixi dràsticament. La sorra de les platges també pot tenir contaminació d'origen fecal. Els fongs paràsits, o sapròfits que poden esdevenir paràsits, són un problema en certs ambients com piscines, platges i hospitals. En aquest cas *Candida albicans* és particularment difícil d'eliminar. De fet, els hospitals són dels llocs que generen més complicacions (tot i ser dels més controlats) degut a la presència de densitats elevades de gent (els malalts, per exemple, que són qui hi passa més temps i, a més, en situació de debilitat en front dels patògens), i degut també a la natura de l'activitat (ferides obertes, per exemple), que faciliten la transmissió.

La transmissió de patògens a través dels aliments animals és un altre camp que requereix atenció. Tradicionalment, la vigilància als escorxadors se centrava en paràsits intestinals com els cucs *Ascaris* i *Oxyurus* o la tència. Darrerament, preocupa una nova forma de malaltia, de la que no és responsable un organisme, sinó una mena de molècules, els *prions*, causants de l'encefalopatia espongiiforme bovina que es transmet a l'home en la forma d'una variant nova de la malaltia de Creutzfeldt-Jakob. Però també mereixen molta més atenció de la que ara se'ls dona altres molècules incorporades a la dieta dels animals que consumim, com hormones i antibiòtics. Això ens allunya del tema de la biodiversitat, però ens recorda que la producció d'aliments per a l'home i els seus animals ha seguit processos d'industrialització que estan donant lloc a nous i complicats problemes. També en dona la introducció, a la cadena alimentària, de substàncies contaminants resultat de diversos tipus d'emissions (un exemple entre molts, les dioxines detectades en peixos del Bàltic i del mar del Nord).

La ciutat és porta d'entrada (i sortida) d'espècies potencialment invasores. Aquest tema mereix molta més atenció de la que ha rebut fins ara, entre altres coses perquè és molt il·lustratiu de la dinàmica dels sistemes ecològics i perquè els canvis en la diversitat són una part substancial de l'anomenat *canvi global*, que inclou, a més, els canvis atmosfèrics, els climàtics i els d'usos del sòl (i molt probablement els de circulació oceànica i altres que encara coneixem malament).

La biomassa animal dels ecosistemes urbans és força difícil de calcular, i no hi ha estudis molt complets al respecte. Deixant de banda l'espècie humana, la màxima biomassa correspon segurament a altres mamífers, sobretot gossos. Els gats, rates, coloms i altres ocells, encara que nombrosos en individus, representen biomasses modestes. A algunes ciutats hi ha boscos urbans, on s'hi poden trobar cérvols per exemple, però normalment es tracta de quantitats irrelevantes en el conjunt. Un cas diferent seria el de la presència de bestiar vacum a ciutats asiàtiques, sobretot a l'Índia. Segons les nostres apreciacions, és difícil que la biomassa animal superi un 10 % de la humana, almenys en el cas d'una ciutat encara força compacta. A Barracó *et al.*¹ l'acotàvem, per al cas de Barcelona, entre 1300 i 7000 t, amb les millors estimacions disponibles, que són d'uns 140 000 gossos, de l'ordre d'1,5 milions de rates, 180 000 coloms, etc., és a dir que, com a màxim, en aquest cas, hauríem d'afegir uns 50 000 GJ als 600 000 que suposa la biomassa humana.

La biomassa vegetal és normalment molt més gran que l'animal, però no cal dir que enormement depenent del grau de compacitat i de la superfície verda de la ciutat. Una hectàrea de bosc pot tenir de 50 a 500 t de pes sec de biomassa aèria i potser un 25 % més en biomassa subterrània. Hi ha estimacions de la biomassa vegetal en funció de l'estructura de les comunitats (boscos, matollars, gespes) i la seva alçada. Podem calcular, per tant, la biomassa a partir d'un mapa d'usos del sòl o un mapa ecològic amb certa aproximació, afegint-hi un càlcul pels arbres dels carrers en funció del seu nombre. En una ciutat força densa, com Barcelona, les nostres estimacions indiquen que la biomassa vegetal és, tanmateix, de l'ordre de deu vegades l'animal, humana inclosa. Sobre la base de les dades de biomassa i *producció* (la biomassa produïda per unitat de temps), podrem calcular els *fluxos endometabòlics* dels ecosistemes urbans (fig. 4.2).

Activitat de les poblacions: el transport i l'estructuració territorial

Les poblacions que viuen en ecosistemes, també en els urbans, es desplacen en l'espai. Fins i tot les d'espècies, quins individus són fixes (com les plantes) o sedentaris, ja que les poblacions es poden escampar, si s'estableixen nous individus en àrees cada cop més esteses, o poden contraure's, si moren més individus dels que neixen a la perifèria de la població. En el cas de l'home, deixant ara de banda els fenòmens d'expansió o regressió de les àrees urbanes, hi ha molts desplaçaments d'individus dins la població i aquests desplaçaments s'organitzen amb la construcció de *sistemes i infraestructures de transport*. Hi ha una relació íntima i complicada entre l'organització del

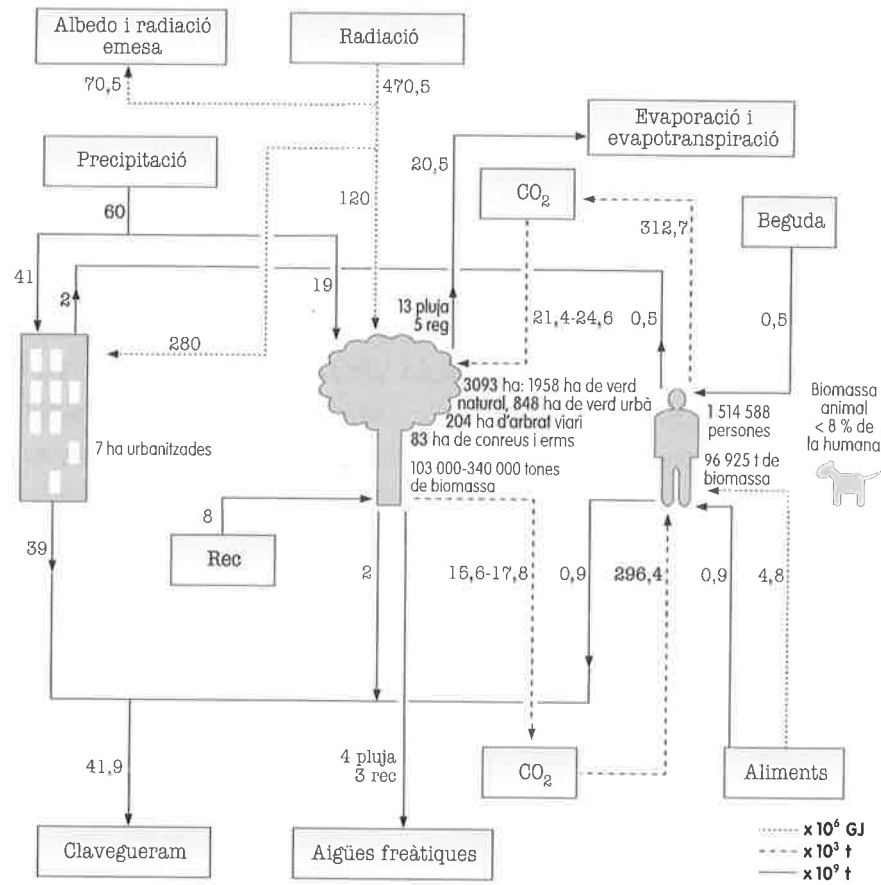


Figura 4.2 Representació dels fluxos metabòlics endosomàtics a la ciutat de Barcelona, amb dades de l'any 1997, segons Barracó *et al.*⁵ El gràfic mostra els principals estocs i transferències d'energia (per la via dels aliments o la radiació), materials (aliments i gasos) i aigua (de beure) segons les unitats que s'indiquen a l'extrem inferior de la dreta.

transport i les formes d'ocupació del territori, a la que ja hem fet alguna referència. La segregació espacial generalitzada entre lloc de residència i lloc de treball és un fenomen relativament modern, lligat a la industrialització i a la sectorialització d'activitats en l'estructura mateixa de la ciutat. Cal destacar el caràcter contingent, històric del desenvolupament tant del teixit urbà, com de les xarxes de transport. Per tant, la situació actual és el resultat de decisions polítiques i d'actuacions privades de temps precedents. Un exemple molt vistós d'això l'hem tingut a Berlín des del 1989, ja que, tot i la desaparició del mur, les línies de tramvies i autobusos han seguit durant anys obeint el seu fantasma, però es tracta d'un fet general. La combinació entre el joc de forces socioeconòmiques, les possibilitats tècniques de transport i les decisions polítiques i administratives en l'es-

tructuració del territori i l'organització dels sistemes de transport tenen efectes diversos i complicats. Molts són ambientals, d'altres tenen una caire més social i econòmic, com la desintegració de l'antic sistema comercial i la seva substitució per un de nou, amb més concentració de poder i menys competència real.

C. Miralles⁴ explica que «hi ha tres estadis bàsics (*prefordista, fordista i postfordista*) en el desenvolupament dels sistemes de transport». En el primer, hi ha molt poca intervenció pública. En el segon, la segregació espacial força un gran augment de mobilitat de masses i el desenvolupament de medis públics importants de transports i d'infraestructures per facilitar el transport privat. En el tercer, que apareix els darrers 20 anys, les grans indústries han emigrat de la ciutat, on hi predomina el sector serveis i petites empreses interrelacionades, de manera que encara augmenta la mobilitat però esdevé, a l'hora, més difusa. Això fa que costi més resoldre el transport amb mitjans col·lectius públics o privats, ja que cada persona té uns trajectes específics i variats, i és molt difícil establir xarxes prou completes. Per tant, s'incrementa l'ús del vehicle privat, el consum d'energia i la contaminació, i aviat es produeixen col·lapses de les vies de circulació. Els eixos principals poden ser servits per trens ràpids o metros, però la resta de recorreguts i els que permeten accedir a aquests serveis es fan amb vehicles privats, essencialment automòbils. Calen, doncs, grans superfícies d'estacionament de vehicles en els accessos als sistemes col·lectius. També a la perifèria dels centres urbans, on es tendeix a limitar l'ús de l'automòbil per evitar la congestió i promoure el comerç.

Podem preveure ja un quart estadi? Alguns s'han apresat a anunciar que l'ús dels ordinadors permetria treballar més a casa i reduir els desplaçaments. Altres pensen que l'ordinador portàtil i el telèfon cel·lular no faran més que ajudar a treballar durant els desplaçaments, que seguiran augmentant en distàncies recorregudes i temps invertit, ja que els contactes personals segueixen considerant-se bàsics en moltes activitats. Potser és una sort que la congestió del tràfic aeri faci difícil la possible temptació de substituir desplaçaments en auto per desplaçaments en avió. Les perspectives poden canviar, però, en favor de les comunicacions a distància, com a resultat dels riscos associats al terrorisme.

L'automòbil és, certament, el gran protagonista del transport a la societat actual. Ajuda a que el poder econòmic es centri més i més en sectors com el comerç, en possibilitar l'oferta de centres comercials enterament nous, a la perifèria i no als centres urbans. Fa accessibles, en temps i cost econòmic, ofertes recreatives i de treball que se situen des de desenes fins a uns centenars de quilòmetres, i possibilita (encara que no els origini directament) canvis substancials en l'organització del territori. La ciutat es pot

disgregar sobre un espai molt més gran. L'oferta de paisatge de les serralades o les platges, molt més atractiva que la de l'entorn urbà i periurbà, ja no queda limitada a períodes relativament llargs de temps. Els parcs i jardins estrictament urbans queden sobretot per aquells que tenen una capacitat limitada de desplaçament. De fet, molts espais periurbans es degraden i no es té cap cura dels espais intersticials deixats, per exemple, entre infraestructures: hi ha una dilapidació important d'espai considerat poc valuós. Les decisions polítiques i administratives en l'estructuració del territori i l'organització dels sistemes de transport, combinades amb el joc de forces socioeconòmiques, tenen, com ja hem dit, efectes ambientals, mentre que altres tenen un caire més social i econòmic, com per exemple la desintegració de l'antic sistema comercial i la seva substitució per un de nou, amb més concentració de poder i menys competència real.

Els teòrics han mirat d'establir una relació causal entre transport (a partir dels canvis tecnològics en la disponibilitat d'energia o de les decisions individuals de minimitzar costos) i modalitats de creixement urbà, i encara sentim emprar aquesta mena d'argumentació per justificar la necessitat d'una infraestructura nova. Les coses són, segurament, més complicades: *segregació funcional i social del territori* i *increment del transport* són paral·lels i interactuants. La dinàmica del territori no ve determinada només per qüestions de distància i temps, sinó per l'estructuració social actual, per raons totalment contingents, d'oportunitat, etc. El que sí és clar és que, fins ara, les raons ambientals han jugat un paper molt menor, fins i tot en determinar les estratègies públiques (per no dir nul a casa nostra, només cal veure el vigent i prou desencertat Pla Territorial de Catalunya), i el poc que han jugat ha estat quasi sempre forçat per la lluita ambientalista, amb raó o sense. Naturalment, hi ha exemples en què la preservació d'un espai protegit ha fet modificar o ha dificultat la connexió entre dues parts del territori. En canvi, la minimització de costos ha mirat sempre els econòmics i poques vegades els ambientals.

El metabolisme exosomàtic urbà

Els fluxos materials i energètics que no resulten de la mera activitat biològica d'alimentació constitueixen el metabolisme exosomàtic. El seu estudi és al centre mateix de l'ecologia urbana. Els estudis que vam dirigir amb M. Parés, realitzats per l'Anna Prat i l'Helena Barracó sobre fluxos de l'aigua i d'energia respectivament,⁵ amb els que volíem veure els canvis que s'han produït els darrers deu anys en el metabolisme de Barcelona, corregeixen i actualitzen els que s'havien fet anys enrere i han estat una bona ocasió per comprovar les dificultats d'aquestes tasques. Les bases de dades disponibles

són, sovint, incompletes, o es refereixen a superfícies diferents (les curioses com canvia una dada aparentment tan simple com la superfície del municipi d'un any per altre) o a territoris diferents segons el servei de què es tracti. Ací emprarem els resultats d'aquests treballs com a il·lustració del que entenem per *metabolisme exosomàtic*. Comencem per l'aigua.

En comparar el *Mapa Ecològic de 1978* i el de 1993,⁶ hem vist que ha augmentat el nivell d'impermèabilització del municipi, i això és important en el tema dels fluxos d'aigua, perquè s'ha construït en solars i zones guanyades al mar, incrementant-se l'escoriment a l'hora que l'evapotranspiració i la intercepció.

Pel que fa a l'aigua canalitzada, ha baixat el consum, per la més baixa demanda industrial principalment, encara que les indústries continuen essent-hi, només que fóra de l'àmbit d'estudi, i també per la minva de població, però el consum per habitant i dia en el sector domèstic ha augmentat, una dada significativa. No ha millorat el percentatge d'aigua depurada sobre el total abocat. Tres quartes parts de l'aigua que entra al municipi ho fa en forma canalitzada per xarxa, i l'altra quarta part en forma de pluja. Les pèrdues de les conduccions són de l'ordre del 10 %. El 75 % de la pluja va al clavegueram, la resta s'evapora o s'evapotranspira. Les pluges intenses provoquen descàrregues d'aigua pluvial i residual que signifiquen 63 episodis anuals de contaminació de les aigües del litoral barceloní, afegits a l'abocament ordinari d'aigües residuals no depurades (el 38 % de l'aigua subministrada no és tractada). A la figura 4.3 hi ha una representació del flux de l'aigua a la ciutat de Barcelona.

Mentre al municipi i a l'àrea metropolitana (33 municipis) disminueix el consum, creix la demanda a la regió metropolitana (163 municipis). Paradoxalment, mentre avança el procés de metropolització manquen dades a nivell de regió metropolitana, i per aquest motiu hem estat abocats a seguir estudiant els fluxos en l'àmbit municipal, si més no mentre no es pugui fer un estudi molt més complex i costós. Observem que, amb totes les importants operacions urbanístiques que es preveuen, com el Pla del Delta, la reordenació del Poble Nou, el Tren d'Alta Velocitat i el Parc Fluvial del Besòs, no s'han estudiat en absolut les variacions en els fluxos d'aigua i les seves conseqüències sobre la qualitat ambiental o la sostenibilitat. A. Prat⁵ va elaborar una llista de 20 indicadors de sostenibilitat relacionats amb els fluxos d'aigua, i en calculà o estimà els valors per a Barcelona per la majoria d'ells.

El tema energètic és encara força més complicat (figs. 4.4 i 4.5), perquè cal mirar moltes més fonts de dades. H. Barracó⁵ va fer un balanç d'energia final per Barcelona, és a dir que no comptabilitza les pèrdues produïdes en el consum, però sí les que tenen

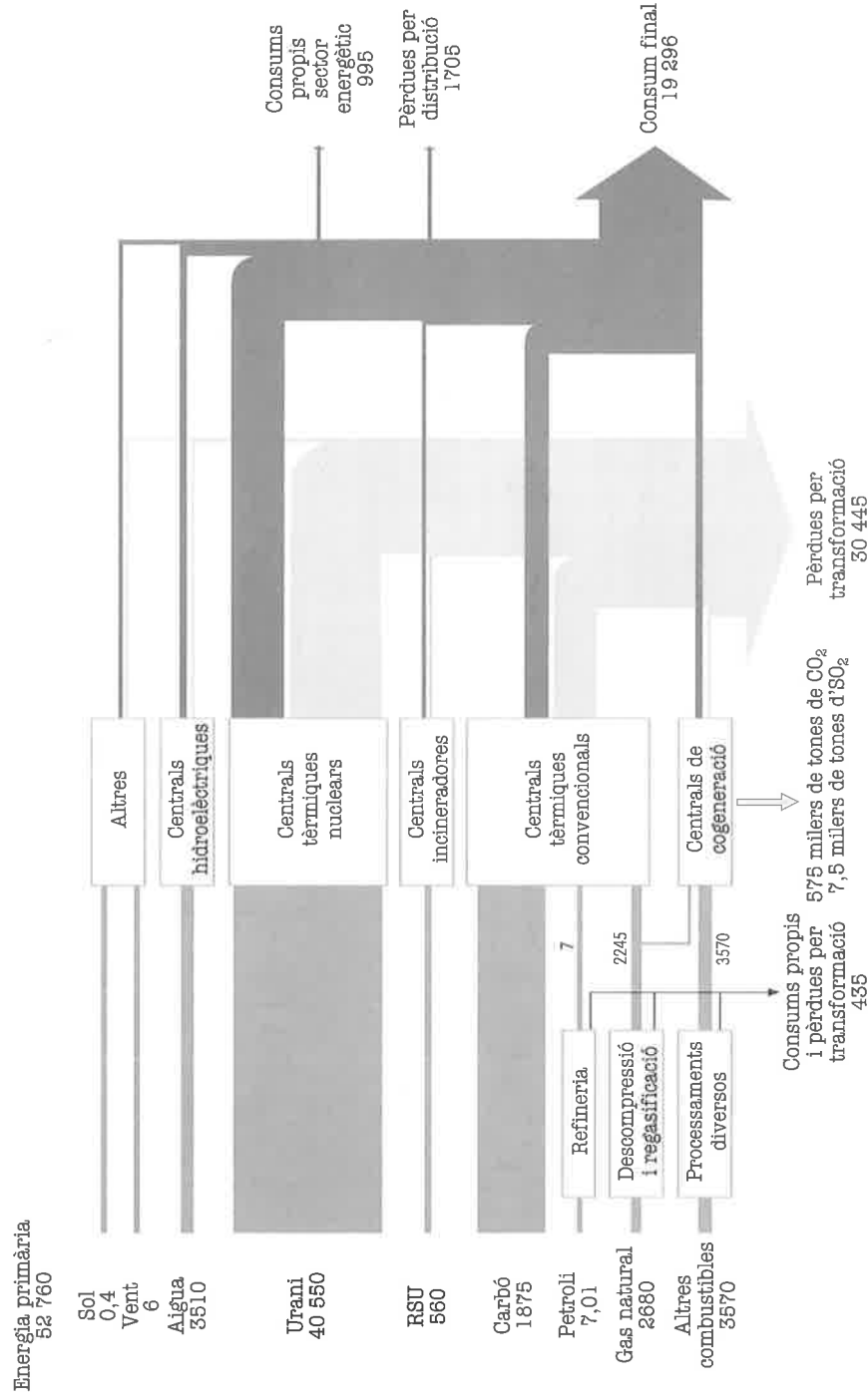


Figura 4.5 El flux d'energia elèctrica a Barcelona (dades de 1997 en 10³ GJ), segons Barracó *et al.* Observem la importància relativa de l'energia nuclear i els costos elevats de les transformacions

lloc fins el subministrament al consumidor. Pot sorprendre que la partida més gran en les entrades energètiques a Barcelona sigui la radiació solar (335 000 000 GJ, en front de només 51 000 000 GJ per a la resta de fonts). Tot i així, les energies eòlica i solar només generen un 0,038 % de l'electricitat que fem! Si el consum d'aigua havia disminuït, el d'energia entre l'any 1985 i el 1995 ha augmentat en uns 9 000 000 GJ, el que suposaria un important augment per càpita si es refereix a població censada (de 23 a 35 GJ anuals, també entre el 1985 i el 1995), i ha augmentat relativament més l'energia elèctrica, mentre la importància dels gasos líquids del petroli disminueix força. Les formes d'energia més emprades són combustibles líquids (quasi 40 %), electricitat (36,1 %) i gas natural (20,3 %), amb certa tendència a augmentar la proporció d'electricitat i, dins d'aquesta, la participació de l'energia nuclear. El consum majoritari es deu al transport (41,7 %), seguit dels sectors comercial-industrial (30,2 %) i domèstic (28,2 %), creixent una mica el comercial-industrial en front dels altres, pel procés de terciarització. El consum per càpita ha passat de 23,4 a 34,8 GJ/persona/any (referit a la població censada i no a la real, que no la sabem mai, el que introdueix dubtes sobre el valor d'aquest augment). El treball analitza 11 indicadors ecològics de sostenibilitat en base a l'energia, amb tendències més sovint negatives que positives. Un cop més, però, ens enfrontem amb un munt d'incertituds sobre quin és el sistema rellevant, i sobre com omplir els molts buits d'informació existents.

No disposem, per ara, d'estudis similars per als fluxos de materials i aliments, que serien d'un gran interès. Tanmateix, ens podem plantejar ja algunes qüestions relacionades amb el tema de la sostenibilitat.

Potser el més important que podem deduir de totes aquestes dades és que reflecteixen d'alguna manera la dinàmica expansiva de l'ecosistema urbà barceloní. Té menys interès el coneixement dels canvis que han tingut lloc dins els límits de terme municipal que adonar-se d'això. No es pot entendre bé el que passa, per exemple, amb el consum d'aigua, que ha disminuït, si no es veu que també hi ha desplaçament de part de la població i la indústria cap a la resta de l'àrea o la regió metropolitana. Així, el consum domèstic d'aigua ha crescut, tot i la disminució global al municipi, lligat a la disminució de població i al desplaçament d'indústries. El consum final d'energia al municipi ha augmentat un 22 % en deu anys, resultat que cal interpretar també sota el mateix punt de vista, ja que vol dir que la tendència a consumir més energia és importantíssima i sobrepassa llargament els efectes reductors esperables dels canvis esmentats i d'algunes possibles millores en l'eficiència. El parc de vehicles en el mateix període ha augmentat en unes 90 000 unitats. Això té conseqüències en les emissions atmosfèriques d'efecte hivern

nacle (un 25 % més en deu anys), però a canvi han baixat les emissions de diòxid de sofre i de fums un 76 i 52 %, respectivament, amb la millora en les gasolines emprades i la disminució de consum dels autos nous. També ha augmentat la producció de residus sòlids, que s'acosta a la mitja tona per habitant i any.

Estudis d'aquest tipus produeixen molts resultats d'interès per qualsevol que vulgui emprar indicadors de tendència en algun aspecte dels que afecten a la qualitat ambiental de les ciutats. En el cas exposat, si no ens deixem enganyar per un excés d'optimisme en veure la reducció de certs consums, resultants de la reducció de població i l'emigració d'indústries, veurem que els hàbits dels barcelonins no van en una direcció de més sostenibilitat, perquè augmenten els consums familiars d'aigua (una mica), d'energia (molt), la producció de deixalles, els automòbils o les emissions de gasos hivernacle. Un balanç a nivell de municipi tindria poc a veure amb la realitat d'un ecosistema urbà en el que la pressió sobre els recursos creix constantment, incloent en aquests recursos el territori com espai físic. Serveixi aquest avís per als qui treballen en projectes com les Agendes 21. És un risc important analitzar la informació dins d'uns límits preimposats, sense prou esperit crític com per reinterpretar les dades a la llum dels processos que tenen lloc a escales més amples. Això ens porta, directament, a la qüestió dels indicadors de sostenibilitat.

Camins de futur per a l'anàlisi ecològica dels sistemes urbans

L'ecologia urbana no pot resoldre bé les dificultats que genera la delimitació artificial dels ecosistemes urbans sobre la base de criteris administratius, si no és entrant en l'anàlisi més detallat dels sistemes urbans. Partint d'un mapa d'usos o d'un mapa ecològic, cal identificar unitats que tinguin significat des del punt de vista funcional, i aquestes han de ser estudiades individualment. Només a partir de la comprensió del funcionament de les diferents unitats i dels fluxos que les relacionen podem entendre el funcionament del conjunt del sistema, amb independència de les fronteres polítiques i administratives que són, funcionalment, massa arbitràries. El futur de l'ecologia urbana no és continuar fent balanços a escala municipal o metropolitana, sinó entrar en el funcionament de les diferents unitats ecofuncionals, per compondre models que responguin a les diferents necessitats de cada estudi concret, com hem vist en parlar de les noves tècniques per a l'estudi de l'estructura urbana. El plantejament és el mateix que es fa amb els ecosistemes més «naturals». Els ecòlegs urbans, igual que els altres ecòlegs, començaran per descompondre els sistemes a estudiar en un mosaic de tesselles relativament homogènies, analitzaran el funcionament de mostres representatives dels diferents tipus

de tesselles i les seves entrades i sortides, i recompondran després una visió més integrada del teixit urbà a l'escala que convingui a cada cas. Aquesta línia de treball es troba amb evidents dificultats, ja que molt sovint no hi ha dades disponibles sobre consums, emissions, etc., però és l'única que pot permetre, en l'estadi actual, el progrés de l'ecologia urbana.

Potser el punt crucial per avançar en aquesta direcció és adonar-se que la divisió morfològica en zones i unitats, que tenen característiques funcionals diferents, implica una jerarquia. En efecte, els fluxos d'energia i materials entre les diferents zones segueixen un camí tal que des de les zones més naturals cap els centres urbans s'incrementen la demanda i el consum i, a més, també s'empren energia de més alta qualitat i materials més transformats. Això ha estat quantificat, pel cas de l'energia, per Huang *et al.*⁷ en el cas de l'àrea metropolitana de Taipei, emprant dos conceptes bàsics, derivats de l'escola d'Odum, el d'*emergia*, que és tota l'energia emprada en el treball de generar un producte, i el de *transformitat*, que és l'energia d'un tipus que es necessita per a fer una unitat d'energia d'un altre tipus. Si coneixem les transformitats, podem expressar qualsevol flux energètic en termes d'energia solar equivalent i fer comparacions. Les energies de més qualitat (per exemple, l'elèctrica d'origen nuclear, el petroli) tenen transformitats més elevades, i el grau de consum d'energies amb transformitats elevades ens situa en algun lloc de la jerarquia d'ús energètic: la transformitat augmenta de la perifèria natural al centre urbà, des d'unitats petites i disperses en el territori cap els grans nuclis. La urbanització és un procés en el que canvien els tipus de fonts d'energia i augmenta la intensitat d'ús. Les àrees naturals estan en el lloc més baix de la jerarquia energètica, amb el màxim d'energia renovable i la mínima producció d'emergia de residus i, en general, de producció i ús d'emergia per unitat de temps.

Aquestes idees havien estat avançades ja molt abans per autors com Margalef,⁸ quan assenyalaven que les relacions entre ecosistemes veïns són asimètriques, i els ecosistemes més complexos i madurs xuclen energia i recursos dels més simples. Jo mateix ho he explicat en diverses ocasions.¹⁹ Els ecosistemes de carena i vessants altes cedeixen nutrients als de fons de vall, els torrents de muntanya són d'aigües netes, pobres en nutrients i sediments, però aquests baixen i enriqueixen les zones de plana al·luvial. Els llocs que reben massa aportacions, pateixen un estrès, com passa a les vores inundables dels rius o a deltes i estuaris. El mateix passa entre medis naturals i urbans. L'estructuració del territori per l'home és perfectament comparable a un sistema d'arrels d'un arbre o a un miceli d'un fong: una xarxa jerarquitzada de carreteres, des de les més estretes, de muntanya, fins a les autopistes, condueix recursos des dels medis naturals i

rurals cap a mercats més petits i d'aquests a mercats més grans, fins els grans centres urbans. Aquests poden patir estrès, degut a l'excés de confluència, de transport, però són els beneficiaris principals de l'asimetria en els fluxos: exploten la resta del territori. Treballs com el de Huang *et al.* ajuden a quantificar aquestes relacions i, per tant, a entendre-les millor, un pas essencial per entendre els lligams entre urbanització i medi natural, per planificar amb una nova racionalitat tant el desenvolupament urbà com la conservació del medi natural. Al meu entendre, la visió estrictament energètica segueix essent massa parcial, però el tipus d'aproximació, basat en les relacions entre estructura i funció en els territoris metropolitans, està en el centre de les aportacions que l'ecologia pot fer a la comprensió dels processos d'urbanització i del missatge que, urgentment, han de copsar els urbanistes i tots els qui prenen decisions que afecten directament o indirecta l'urbanisme.

Tendències ambientals de les ciutats i indicadors ecològics de la sostenibilitat

El lector ja ha comprès que el problema resideix, probablement, en saber quines dades importen i en la dificultat de disposar de dades bones i comparables per construir els fluxos i calcular indicadors útils. Els estudis que acabem de comentar,^{1,6,11} amb els quals volíem veure els canvis que s'han produït els darrers deu anys en l'estructura i el metabolisme de Barcelona, han estat una bona ocasió per comprovar les dificultats d'aquestes tasques. Les bases de dades disponibles són, sovint, incompletes, o es refereixen a superfícies diferents (les curiós com canvia una dada aparentment tan simple com la superfície del municipi d'un any per altre) o a territoris diferents segons el servei de què es tracti.

Pel que fa a l'estructura i metabolisme barcelonins (fig. 4.6), per exemple, i en funció de les dades exposades, podem esmentar com a tendències ambientalment inquietants, i simplificant molt: a) el continuat creixement de l'espai edificat (que és molt més important encara en l'àmbit metropolità, i que es manté amb independència de l'aturada demogràfica); b) la continuació dels abocaments d'aigües residuals i pluvial-residuals, provocant contaminació de les aigües litorals, que la normativa europea obligaria a depurar en un 100 % l'any 2005; c) l'abocament al mar de 2,5 milions de tones de llots dissolts, carregats de metalls pesants i altres elements tòxics, generats a la depuradora de Sant Adrià, que, segons la normativa europea, hauria d'acabar enguany (2001); d) el continuat increment del consum energètic final; l'escassíssim aprofitament de l'energia solar fotovoltaica; e) la dependència creixent de l'energia nuclear, que comporta riscos

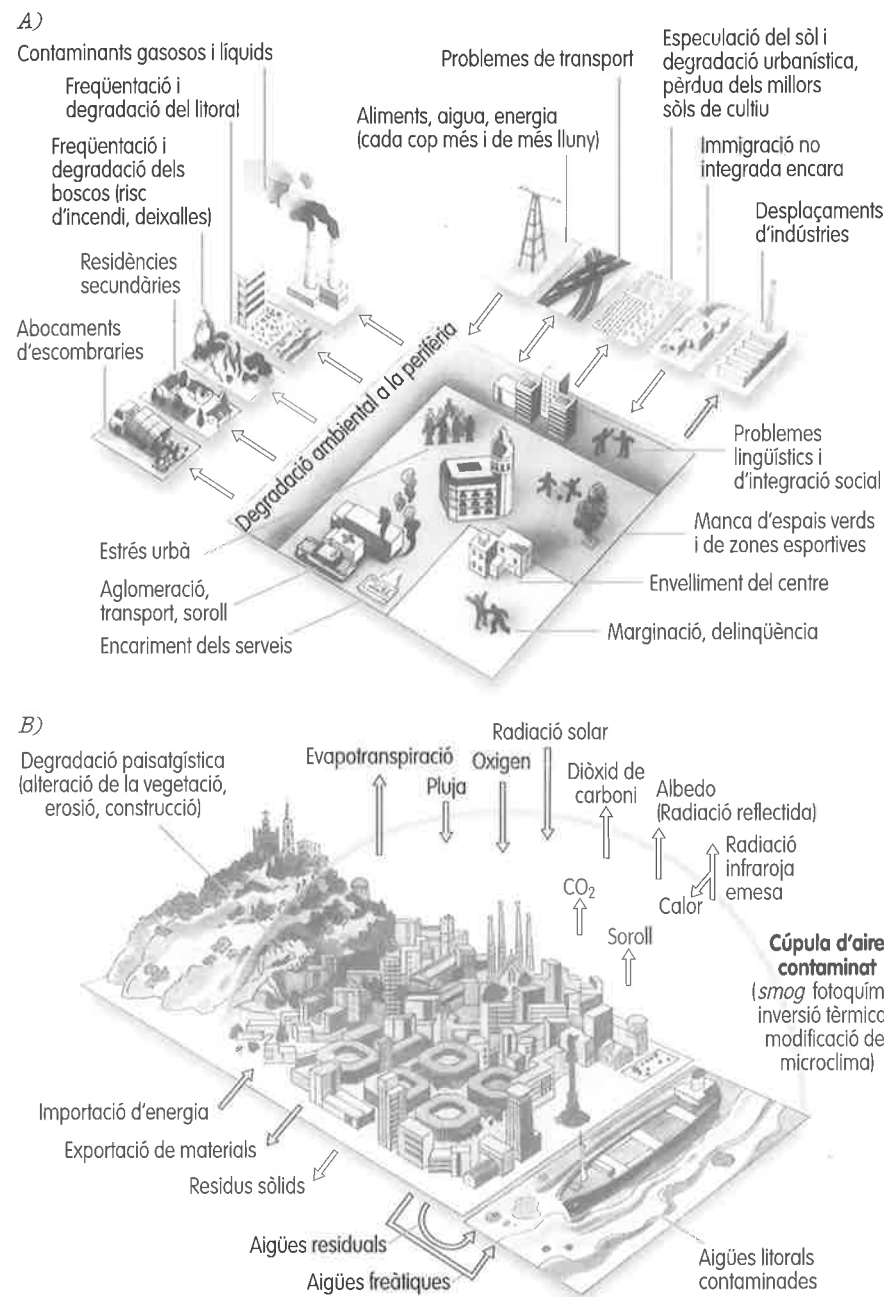


Figura 4.6 L'estudi dels fluxos materials i energètics de l'ecosistema urbà permet relacionar molts aspectes lligats amb el medi ambient, però que van des de lo biològic a lo social, des de la demografia a l'ordenació del territori o l'organització social. A) Algunes de les principals entrades i sortides de l'ecosistema urbà, relacionades amb diversos problemes ambientals. B) Problemàtiques ambientals de l'ecosistema urbà: a l'interior de la ciutat i en les relacions amb els entorns perifèrics més o menys allunyats. (Segons Parés *et al.*)¹

importants i genera residus amb els que encara no se sap què fer; *f*/la disminució en l'eficiència de producció de l'energia consumida (es consumeix cada cop més electricitat, la producció de la qual té un rendiment de només el 30 o el 35 % en centrals tèrmiques i encara menys en les nuclears); *g*/l'increment de la mobilitat, i especialment de l'ús del transport privat, amb les seves conseqüències pel que fa a emissions i la seva escassa eficiència energètica amb relació al transport públic; *h*/l'increment de gasos d'efecte hivernacle en unes 400 000 tones entre 1985 i 1995, sobretot degut a l'augment d'emissions per transport i al metà alliberat a l'abocador del Garraf.

No totes les tendències són negatives, també n'hi ha de positives. Per començar, els terminis fixats per la Unió Europea fan pensar que algunes de les esmentades com a negatives hauran de canviar aviat. La disminució en l'aigua importada des del Ter seria una tendència positiva, però potser és un exemple de què la visió limitada al municipi és enganyosa: les administracions volen portar a l'àrea de Barcelona aigua de l'Ebre o del Roina. Per això no seguirem amb una anàlisi completa de les tendències negatives o positives, ja que només hem considerat aspectes parcials i així no podem anar molt més enllà.

A més de l'aigua, l'energia, els aliments i els materials, temes ja comentats o almenys esmentats, hi ha altres aspectes d'interès ambiental, com la biodiversitat, que donen lloc a indicadors. Abans ens hem referit a les altres poblacions, no humanes, de la ciutat, que, en alguns casos esmentats, són percebudes com una molèstia que cal controlar. Tanmateix, el manteniment d'una elevada riquesa d'espècies es considera com indicatiu d'una bona qualitat de vida també per l'home. En alguns casos, perquè certs organismes són indicadors de qualitat ambiental, com els líquens per a la contaminació atmosfèrica. És un fet que la riquesa d'espècies sol anar lligada a la permanència i la connectivitat d'hàbitats apropiats, com boscos periurbans, boscos urbans, jardins, arbrat viari, etc.

Les dificultats dels indicadors

Els exemples que hem donat posen de manifest les dificultats de qualsevol intent seriós d'analitzar la sostenibilitat sobre la base de l'anàlisi del metabolisme urbà, a partir d'alguns indicadors senzills. Comentarem un exemple, aparentment elemental: el consum total d'energia per habitant. Com el calculem? Es tracta de l'energia consumida directament per l'habitant de la ciutat en llum, gas, gasolina, etc? Hi afegim, és clar, l'energia per fer anar els transports o l'enllumenat? Cal sumar-hi l'energia invertida en millorar les vies de comunicació, en construir sistemes d'abastament d'aigua, etc? Cal calcular l'ener-

gia gastada per portar productes d'arreu del món per satisfer la nostra demanda, o a arreu del món per omplir les butxaques d'alguns barcelonins? S'hi ha d'afegir l'energia consumida a les granges de porcs o a les pistes d'esquí en servei nostre? Avui sabem que l'impacte ambiental d'un producte, suposem que consumit a Barcelona, cal considerar-lo durant la seva vida (mesurat mitjançant l'*anàlisi del cicle de vida* o ACV)¹² des que es produeix la matèria primera fins que s'elimina o es recicla el residu. Això permetria veure la veritable petjada ecològica, però és quasi impossible de fer, massa complicat. Un cop decidit l'indicador, la pregunta que ens queda pendent és quina és l'energia gastada per un barceloní que és realment significativa des de l'òptica de la sostenibilitat. I, secundàriament, a quina població l'hem de referir, a l'empadronada, a la que només treballa a la ciutat, a la transeünt que cada dia creix? Els resultats seran diferents en un cas o altre, i poden modificar la tendència.

Naturalment, cal prendre una opció senzilla i relativament fàcil de mesurar. És el que es fa amb indicadors econòmics com el producte interior brut o d'altres com l'índex de desenvolupament humà. A aquests hi estem relativament acostumats i en coneixem l'abast i les limitacions, i tot i així és evident que se n'usa i se n'abusa. Donar una xifra fa una mica de por, sempre, perquè així que es té un número, es tendeix a sacrilitzar-lo, s'obliden les limitacions que pugui tenir i es cau en un inevitable simplisme, tant si la variable emprada procedeix de l'ecologia com si ve de la sociologia o de l'economia. Un discurs semblant al que hem fet amb relació al consum d'energia el podríem repetir per a cada indicador de sostenibilitat.¹³ Els indicadors *indiquen*, però em sembla que no sabem *què* indiquen. No serveixen de res, doncs? Potser sí, si es fan bé i amb metodologia constant, serveixen quan comparem una situació amb una altra, una evolució temporal o dues ciutats diferents, però les interpretacions sempre són delicades i es fa indispensable una aproximació multicriterial. Els indicadors ho són de tendència, però cal entendre'ls bé i no oblidar-ne les limitacions.

Si parlem de sostenibilitat, només la mort és sostenible, la vida funciona a cavall d'una cascada d'energia que li ve de fora. Això sí, les coses poden durar més o menys. Avançar cap a la sostenibilitat vol dir, en realitat, disminuir el grau de conversió de recursos aprofitables en matèria i energia massa degradades per aprofitar-les, allargar el temps en què les generacions d'humans podran seguir funcionant sobre el planeta. Però *cap ciutat no ho és, de sostenible*. Si es fa extensiva a tota la població humana, a tota la superfície del planeta, la manera de fer de qualsevol ciutat, la que tingui els millors indicadors, segur que veiem que la propera generació no tindrà de què viure, ni de què respirar. Per tant, els indicadors es poden emprar per comparar-nos amb els que

estan pitjor i celebrar-ho o per dir que anem millorant, o per a tot el contrari. Avui, tenen més interès polític que científic, tot i que es mira d'avançar per millorar-los. Potser una qüestió bàsica és recordar que, si l'objecte real de les disciplines urbanístiques no és la ciutat «oficial», amb els seus límits administratius, sinó l'ecosistema urbà, cal que els indicadors es refereixin de forma molt precisa, en cada cas, a l'ecosistema que analitzem, i té poc sentit emprar-los com es prefereix, com a eines de seguiment en processos tipus Agenda 21 específics d'unes administracions locals.

En el pla teòric, els esforços que s'han donat a conèixer entre nosaltres per analitzar la sostenibilitat són interessants, però és dubtós que puguem treure'n conclusions pràctiques. Algunes propostes s'han basat en idees de Ramon Margalef, qui fa temps que explica la importància de considerar les energies exosomàtiques i els artefactes, a més de les energies endosomàtiques i la biomassa i, amb una intenció purament didàctica, ha escrit alguna vegada això en una fórmula, un quocient del flux de l'energia somàtica i extrasomàtica per unitat de biomassa més artefactes. És clar que entre un home del tercer món i un d'un país ric hi ha alguna diferència en el consum d'energia alimentària (qualitativament important, perquè va de la gana a la fartor), però molta més diferència quantitativa en el consum d'energia auxiliar o exosomàtica. Per desgràcia, les expressions d'aquest tipus inclouen sempre termes que, a la pràctica, no es poden calcular. Alguna expressió derivada, com és el cas de la d'S. Rueda:¹⁴

$$\frac{\text{energia endosomàtica} + \text{energia exosomàtica}}{\text{biomassa} + \text{diversitat} + \text{estructura urbana} + \text{artefactes culturals}}$$

té també una intenció més reflexiva que de mesura, ja que, com ell mateix molt bé indica, la fórmula no conté sumes veritables, sinó adjuncions de termes a considerar: aquests termes no són estrictament sumables, són magnituds que es mesuren amb unitats diferents. No podem sumar tones i bits, per exemple. D'altres fórmules inclouen termes tan genèrics que ningú sabia definir-los prou com per proposar una mesura pràctica, com l'*equació de la sostenibilitat global*, de Jiménez Herrero o les de Rueda i Bertran que són similars.¹⁵ Amb això no diem que els intents d'aquesta mena siguin inútils, en tant que ajuden a pensar sobre els components bàsics dels sistemes que volem entendre.

La idea d'incloure la diversitat, que Rueda utilitza i que s'havia proposat per tal d'expressar la complexitat del sistema, suposant que es relaciona amb el grau d'organització, és atractiva. Però en ecologia fa molts anys que es coneixen les dificultats d'establir aquesta relació de forma clara. Els ecosistemes tenen molta més diversitat de

la necessària per a un determinat règim de metabolisme energètic-material, i aquesta diversitat només es comprèn mirant el sistema en una perspectiva temporal molt ampla, de milers d'anys. Les mesures de diversitat no tenen en compte, a més, el diferent paper de cada espècie en el funcionament de l'ecosistema, i compta igual un mosquit que un elefant. Els intents d'introduir-hi la persistència o la noció d'*espectre de diversitat*, que en Margalef ja havia fet fa 25 anys per apropar-se a una mesura del grau d'organització, no han trobat seguidors entre els ecòlegs i és difícil per ara que puguin servir per analitzar sistemes antròpics.

En resum, encara que la recerca d'indicadors tingui molt d'èxit entre polítics i tècnics, des del punt de vista científic sembla més essencial millorar les dades que es tenen, entendre el funcionament d'unitats «elementals, relativament homogènies», eixamplar les escales d'observació progressivament, entendre millor els nexes entre zones concèntriques (municipi, regió metropolitana, etc.), i saber com voldríem que evolucionés el sistema urbà, que inventar indicadors. Analitzem, però, alguns indicadors concrets que darrerament estan rebent molta publicitat.

• **La petjada ecològica.** Rees i Wackernagel¹⁶ van proposar l'indicador o conjunt d'indicadors conegut com *petjada ecològica*. Es tracta d'avaluar la superfície de sòl o d'aigua que cal per produir la quantitat de recursos o serveis emprats per a una població determinada i allotjar-ne els residus. És un indicador complex i, a l'hora de calcular-lo, cal seguir una metodologia precisa que suposa grans simplificacions en temes com la superfície necessària per a una determinada producció agrícola (s'empren mitjanes però el valor real és variable segons el clima o les tècniques emprades). Degut a les dificultats que planteja el disposar de les dades necessàries, la major part dels càlculs que s'han fet es refereixen a països (fig. 4.7), però hi ha algun exemple d'aplicació a ciutats (taula 4.2).

Wackernagel ha fet el següent raonament. A Estats Units, la petjada es calcula en 9,6 ha per persona d'espai bioproductiu amb una productivitat igual a la mitjana mundial, però la disponibilitat de terra productiva al món era de 2,1 ha per habitant el 1999. Si considerem que aquest espai productiu no l'usa només l'home, i acceptant l'Informe Brundland de 1987, que demanava reservar un 12 % (només) a preservar les altres espècies, el que queda realment són 1,8 ha per persona. Els americans consumirien, per tant, cinc cops el que els pertoca (a expenses d'altri) i els europeus més del doble. Fins i tot el conjunt de la humanitat tindria ja una petjada de 2,2 ha per persona, superior a la disponibilitat.¹⁷

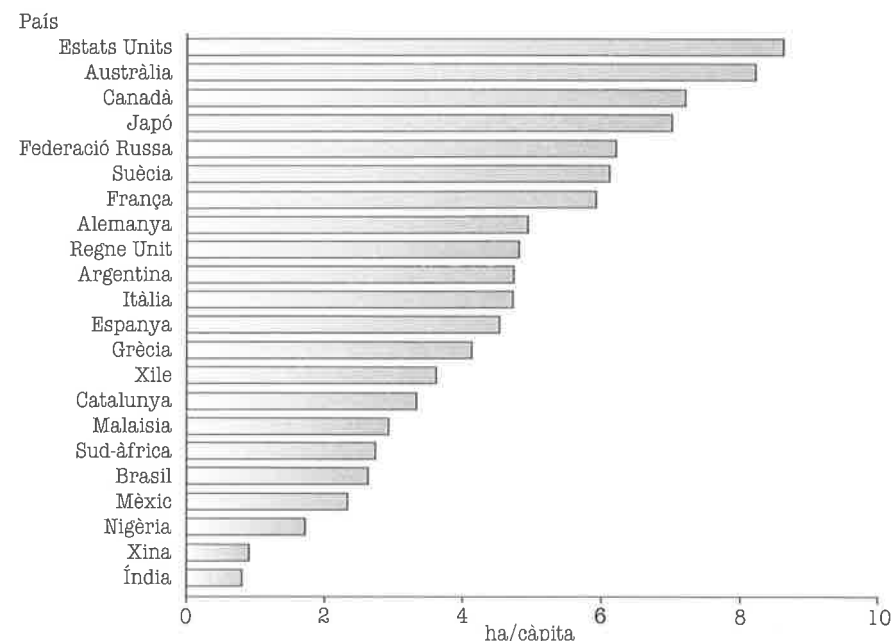


Figura 4.7 Petjades ecològiques calculades per a diversos països, expressades en ha per càpita

Taula 4.2 Càlcul de la petjada ecològica catalana*

Conreus	0,49 ha/càpita
Bosc	0,08 ha/càpita
Pastures	0,99 ha/càpita
Mar	0,65 ha/càpita
Terreny construït	0,03 ha/càpita
Àrea d'absorció de CO ₂	1,02 ha/càpita
Total	3,26 ha/càpita

* Les dades s'expressen en ha per càpita i corresponen a l'any 1996, a partir de Prat i Relea.¹¹ Els valors indiquen la superfície de cada ús del sòl que es necessita per satisfer els consums i rebre els residus de l'activitat d'un habitant de Catalunya.

D'acord amb el que hem explicat, la petjada ecològica es pot determinar per l'aigua, els cereals, el petroli o qualsevol altre recurs que la ciutat empri. La petjada ecològica es pot aplicar, doncs, a processos concrets. Un parell d'exemples. A Prat ha calculat les superfícies de les conques de drenatge que produeixen els cabals d'aigua que Barcelona utilitza, per damunt dels embassaments de La Baells (Llobregat), Olius (Cardener) i Sau (Ter). Aquestes superfícies varien entre 3,5 cops l'extensió del municipi de Barcelona els anys humits i 8 cops els anys secs, i estan situades a una distància superior als 100 km. H. Barracó ha calculat que l'absorció del diòxid de carboni actualment

emès per Barcelona necessitaria una superfície forestal homogènia equivalent a 75 cops l'extensió del terme municipal.⁵

Els indicadors del tipus petjada ecològica no depenen només del consum a ciutat. Com és natural, un increment en la productivitat del recurs en el lloc d'origen fa baixar l'índex: cal menys territori per produir una quantitat igual. Per tant, els progressos tecnològics, tant en la producció com en l'eficiència de transport i ús, hi tenen incidència. Un aspecte que queda exclòs d'aquest indicador és la pauta heterogènia en la distribució del recurs. Els punts on el recurs està més concentrat presenten, per dir-ho així, més alta qualitat. Aquest fet és significatiu, i no el podem oblidar. Sovint els impactes es concentren més en uns punts que en altres, i poden afectar zones de més qualitat. El tema de la biodiversitat ens dóna molts exemples en aquest sentit. La ciutat no fa ús només de la pròpia biodiversitat, sinó també de la que es dóna en territoris a vegades molt allunyats. I això en part per l'apropiació de producció primària, de què parlarem tot seguit (quan més gran és l'apropiació, més disminueix la biodiversitat), i en part per activitats lúdiques (freqüentació dels boscos, boletaires, etc.). Les zones de més «qualitat» (bellesa del paisatge, bon estat de conservació, més biodiversitat) esdevenen objectius més interessants, i hi augmenta el risc d'impactes greus, en funció, és clar, de l'accessibilitat, fragilitat del medi, etc. Certes zones paguen un tribut en pèrdua de biodiversitat a la recreació dels ciutadans. Aquesta és una forma de petjada ecològica que també convindria quantificar, però no tenim gaire clar com fer-ho. Potser el cas aparentment més senzill són les residències secundàries, que al cap i a la fi es poden expressar en termes també de territori ocupat. Una idea de la proporció de territori ocupat per residències secundàries i la seva distribució en grans zones podria donar alguna indicació útil. Però és clar que aquestes formes d'urbanització generen nous fluxos d'entrades i sortides, disseminats ara sobre un espai geogràfic molt més gran, que serveixen als mateixos individus i l'existència dels quals va lligada a la forma de vida urbana que tenim. Tot això portaria els càlculs a complicacions excessives.

Els desplaçaments a llarga distància propiciats pel turisme i la intrusió en ambients d'alta qualitat amb motivacions turístiques, o per practicar esports, són formes creixentment importants d'augment de l'impacte dels ecosistemes urbans sobre la resta. Els resultats són també disminució de la biodiversitat i augment de la contaminació. El «consum» de natura veu augmentar les «conques» de subministrament a la ciutat fins llocs tan remots com l'Antàrtida. És una mica trist que els qui estimen la natura esdevenen a vegades entusiastes propagandistes del consum de natura o, fins i tot, acaben muntant escoles de barranquisme i escalada o organitzant *trekkings*. A una altra escala, el gust per conviure amb animals

esdevé un perill per a la fauna (importació il·legal d'espècies protegides, a vegades alliberament d'espècies invasores problemàtiques, com la tortuga de Florida), i moltes pràctiques relacionades amb el subministrament de plantes de jardí o ornamentació de rams han estat i segueixen essent causants d'impactes seriosos en la vegetació natural.

• **L'apropiació humana de la producció primària.** Un altre indicador que ha despertat força interès és l'HANPP, o *percentatge del producte de la fotosíntesi total* del que s'apropia l'home (mitjançant l'agricultura, la ramaderia i altres activitats), per usar-lo directament o indirecta. Aquest no és un indicador urbà, però es podria emprar de manera semblant per calcular l'apropiació per les ciutats. A escala mundial, Vitousek¹⁸ i recentment Garí¹⁹ han estimat aquest percentatge per a les superfícies continentals, amb resultats propers al 40 %. El càlcul es pot fer per països, i en alguns casos volta el 90 % (hi ha exemples tant per a països molt avançats, com els Països Baixos, com per a d'altres subdesenvolupats, com Bangla Desh). No fora interessant aplicar aquest indicador al cas de Barcelona, ja que la fotosíntesi del terme municipal gairebé no té implicacions per a l'home: hi ha molt poca superfície de conreus i una ramaderia molt modesta. Però sí que es podria calcular a quantes hectàrees de conreus i pastures equival el nostre consum alimentari. Més interessant seria considerar, com hem fet en el cas de l'aigua, la distribució geogràfica d'aquestes «conques» alimentàries, separant almenys les veïnes (Catalunya o resta de l'Estat) de les europees, tropicals i altres. En una situació semblant ens trobaríem en el cas dels materials. Fer aquests càlculs és complicat, o millor dit, és difícil trobar les dades necessàries per fer-los, però segurament no és impossible per donar alguna estimació grollera. La globalització econòmica tendeix a fer créixer aquestes conques de subministrament, el que equival a dir que tendeix a augmentar els transports horitzontals, i els seus costos i impactes associats.

Cap a nous sistemes d'indicadors ambientals locals comparables a nivell europeu

«*Towards a local sustainability profile: European common indicators*» és una iniciativa de vigilància ambiental orientada a la sostenibilitat a nivell local, que proposa un esforç conjunt de comparació de dades i comprensió sobre la base de deu indicadors complexos. Es va iniciar a la European Conference on Sustainable Cities, que va tenir lloc del 9 al 12 de febrer del 2000, a la ciutat alemanya de Hannover. Més de 90 autoritats locals i regionals hi treballen actualment i miren de perfeccionar el sistema. La metodo-

logia pel càlcul dels indicadors pot ésser consultada a Internet.²⁰ Aquests indicadors són els següents:

1. Satisfacció del ciutadà amb diversos factors del seu municipi
2. Contribució local al canvi global (sobretot, emissions de CO₂, finalment càlcul de la petjada ecològica)
3. Mobilitat local i transport de passatgers (distàncies i formes de transport)
4. Accessibilitat de les àrees verdes i dels serveis locals
5. Qualitat de l'aire (nombre de dies amb bona o mala qualitat de l'aire, des del punt de vista sanitari)
6. Transport dels nens a i des de l'escola
7. Gestió sostenible (grau d'adopció pública i privada dels procediments de gestió ambiental)
8. Contaminació sònica (implicació dels ciutadans en reduir-la)
9. Ús del sòl sostenible (en el desenvolupament, recuperació i protecció)
10. Proporció de productes amb ecoetiquetage o de comerç just en el conjunt del comerç ciutadà

Els cinc primers indicadors es consideren més bàsics. Potser el lector trobarà alguns d'aquests indicadors poc ecològics, però certament reflecteixen processos que són essencials en el funcionament dels sistemes urbans: difícilment es poden proposar canvis sense tenir en compte la percepció dels ciutadans, per exemple.

No és menys cert que aquests indicadors, en la línia de la petjada ecològica, són, per la seva complexitat, sovint difícils de mesurar i probablement d'interpretació qüestionable. És important, tanmateix, que hi hagi un cert compromís internacional i un intercanvi d'experiències al voltant d'aquestes qüestions entre ciutats, i mirar d'avançar cap a un menor consum de materials i energia, cap a un major ús de la creativitat, des de la ciència dura al disseny, passant per les humanitats i l'art (creativitat que ha d'orientar-se a trobar solucions ambientalment millors que les actuals), i cap a un entorn més agradable, amb més qualitat de vida.

Notes

¹ M. Parés, G. Pou, J. Terradas: *Ecologia d'una ciutat: Barcelona. Descobrir el medi urbà 2*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1985. H. Barracó, M. Parés, A. Prat, J. Terradas: *Bar-*

- celona 1985-1999. *Ecologia d'una ciutat*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1999. J. Terradas (ed.): *Barcelona funciona. Ecologia d'una ciutat*, Barcelona, Institut d'Ecologia Urbana, Ajuntament de Barcelona, 1987.
- ² M. Boada i L. Capdevila: *Barcelona: biodiversitat urbana*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 2000.
- ³ En un exemple citat per Duvigneaud.
- ⁴ C. Miralles: *Transport i ciutat: reflexió sobre la Barcelona contemporània*, Bellaterra, Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, UAB, 1997.
- ⁵ H. Barracó, M. Parés, A. Prat i J. Terradas: *Barcelona 1985-1999. Ecologia d'una ciutat*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1999.
- ⁶ J. Burriel, X. Pons, J. Terradas: *Mapa Ecològic de Barcelona*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 2000.
- ⁷ S.L. Huang, H.Y. Lai, C.L. Lee: «Energy hierarchy and urban landscape system», *Landscape and Urban Planning* 2001; 53: 145-161.
- ⁸ R. Margalef: *Ecologia*, Barcelona, Ed. Omega, 1974.
- ⁹ J. Terradas: *Ecologia, avui* (2ª ed.), Barcelona, Ed. Teide, 1982.
- ¹⁰ A. Prat i F. Relea: *La peïjada ecològica de Barcelona, una aproximació*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1998 (amb traduccions dels textos al castellà i l'anglès).
- ¹¹ J. Terradas (coord.): *Barcelona funciona, Ecologia d'una ciutat*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1987.
- ¹² P. Fullana: *Anàlisi del ciclo de vida*, Barcelona, Rubes Editorial, 1997.
- ¹³ *Sistema Municipal d'Indicadors de Sostenibilitat*, de la Diputació de Barcelona.
- ¹⁴ S. Rueda: *Ecología urbana*, Barcelona, Beta Editorial, 1995.
- ¹⁵ L.M. Jiménez Herrero: *Desarrollo sostenible y economía ecológica. Integración, medio ambiente - Desarrollo y economía - Ecología*, Madrid, Ed. Síntesis, 1996.
- ¹⁶ W. Rees i M. Wackernagel: *Our Ecological footprint*, The New Catalyst, bioregional series, Canadà, 1996; M. Wackernagel: *Ecological footprints of nations*, Xalapa, Mèxic, 1997; M. Wackernagel *et al.*: 1998 «The ecological footprint of Santiago de Chile», *Rev Local Environm* 1998; 3: 7-27.
- ¹⁷ Els lectors poden trobar més informació a Internet; per exemple a <http://www.rprogress.org>.
- ¹⁸ P.M. Vitousek, P.R. Ehrlich, P.A. Matson: «Human appropriation of the products of photosynthesis», *BioScience* 1988; 36: 368-373.
- ¹⁹ J.A. Garí: The human appropriation of net primary production (HANPP). Tesi de Màster en Ecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, UAB, 1998.
- ²⁰ El lector interessat trobarà més informació de la «Towards a local sustainability profile: European common indicators», a l'adreça següent: <http://www.sustainable-cities.org/indicators>.

5

Conclusions

Malgrat que el procés d'urbanització sembla descontrolat, és clar que molta gent pensa i treballa sobre com li agradaria que fos el futur de les ciutats. Hi ha opcions que poden tenir realment un pes decisiu en aquest futur, encara que la complexitat de l'ecosistema urbà faci molt difícil preveure'n els efectes. Ara mateix, coexisteixen, en el cas de Barcelona, diversos projectes que, com a opcions ambientals, són contraposats, per no dir antagònics. L'operació «Plataforma del Delta del Llobregat» és una aposta per a un gran increment del tràfic de mercaderies, del transport pesant. A l'hora, la ciutat està llançada cap al desenvolupament turístic. Les administracions semblen defensar ambdues línies estratègiques amb igual entusiasme. Sabem el que volem, realment? Ací ens podem arriscar a fer algunes propostes.

Per alguns, el que seria engrescador, tal i com ho vam definir en un taller de prospectiva realitzat el 1998 al Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, seria una ciutat que, a 10 o 20 anys vista, apostés per un desenvolupament encarrilat sobre el foment de la creativitat, les noves tecnologies de la comunicació, la disminució de la contaminació, i l'enverdiment del teixit urbà. Segons aquesta visió, la ciutat que hem de fer en el futur ha de sustentar-se en quatre columnes, que podem simbolitzar amb quatre materials diferents. El primer d'aquests materials és, òbviament, el *ciment* (com a representant dels materials de construcció en general, pedra, acer, ferro, vidre, asfalt, etc., que fan o refan l'espai construït). El segon és el *silici* (com a representant de les tecnologies de la informació i la comunicació, ordinadors, fibra òptica, cable, ones electromagnètiques, etc.). El tercer és la *matèria gris* (és a dir, la intel·ligència, el pensament, el coneixement, la ciència, la cultura en general). El quart és la *clorofil·la* (és a dir, l'en-

torn natural, o treballat per l'home sobre elements naturals). Dit d'una altra manera, ens cal una ciutat capaç d'acollir persones i activitats, que impulsi decididament l'intercanvi i la comunicació, que aposti pel coneixement i que s'integri en el medi de forma no traumàtica. Matèria gris, silici i clorofil·la s'afegeixen com elements decisius per a una utopia necessària, la d'una ciutat amb barris autosuficients per a la majoria de serveis, amb activitat comercial difusa i amb una decidida elecció pel software i no pel hardware pel que fa al desenvolupament econòmic.

En el camí cap a la sostenibilitat, les ciutats tenen un repte difícil. És un conegut eslògan ecologista, *actuar localment, pensar globalment*, el que es vol que presideixi la redacció d'Agendes 21 locals i altres iniciatives, però el risc que correm és el de fer exactament el contrari: *les ciutats tendeixen a pensar localment i a actuar globalment*. En efecte, d'una banda, el creixement urbà resulta més, com ja hem explicat reiteradament, d'accions locals que de planejaments globals; d'altra, les institucions municipals estan pensades per al govern de les ciutats, i tenen dificultats objectives per anar més enllà dels límits territorials que els pertocuen, mentre la ciutat s'escampa i l'àmbit d'influència és encara molt més ampli, i tendeix a créixer. Hi ha, certament, moltes coses que es poden fer des dels governs municipals. Però moltes decisions s'han de prendre en àmbits més grans, vetllant per les conseqüències de les accions de les ciutats sobre el conjunt del territori i d'altres resultaran de canvis en les accions locals de persones i institucions. La cultura urbana ha d'incorporar la consciència de l'impacte de la ciutat sobre el món. En termes generals, cal cercar a l'hora: un nou *coneixement ecològic-econòmic* que permeti integrar els aspectes ambientals en una economia més atenta al mig i llarg termini, i un reforç dels aspectes ambientals en l'ètica per assolir un *contracte social en benefici de la sostenibilitat*. En l'estructuració del territori, en l'ús i l'intercanvi de materials i d'energia, en el consum dels recursos, les ciutats, per sí soles sempre insostenibles, tenen l'obligació de reduir la càrrega que representen fins a assolir un equilibri amb la resta del territori que sí resulti sostenible. Llavors, les ciutats podran seguir fent, amb confiança, el seu paper creatiu i d'estímul en el conjunt del sistema social.

Deixant de banda el bàsicament anacrònic debat entre ciutat compacta i difusa, i acceptant el terme proposat per Nel·lo de *ciutat intensa* per definir un nou objectiu a les aglomeracions urbanes creatives, la qüestió esdevé com s'han de relacionar ciutat i natura. La solució no ha de ser la mateixa arreu, cal pensar-la per a cada situació. Però ens cal entendre que els materials bàsics de suport de la vida, aigua i nutrients, s'intercanvien en el territori, en el paisatge, i s'hi reciclen. Per tant, el *paisatge ecològicament funcional* ha de passar a ser considerat com part integrant essencial del territori i no com

un element merament recreatiu o decoratiu.¹ És un component que regula la circulació de l'aigua, la depura, reté contaminants atmosfèrics, refrigera l'aire, crea microclimes, absorbeix diòxid de carboni, produeix oxigen i conserva biodiversitat entre altres coses. La ciutat difusa ha d'harmonitzar-se amb la preservació d'aquestes funcions, dins una malla d'ús del territori ben estructurada. Per evitar els inconvenients de consum energètic degut al transport, l'ecosistema urbà policèntric ha de ser compostat d'aglomeracions autònomes en la majoria d'activitats, aproximant comerç, residència, escola, treball i lleure, i propiciant formes de desplaçament menys contaminants que l'automòbil. Per això, les carreteres han de servir també per circular a peu o en bicicleta. El disseny òptim de les noves aglomeracions hauria de tendir a l'estalvi d'espai. No obstant, haurien de tenir verd urbà. Per crear-ne, a vegades, en lloc de mirar els espais «entre» edificis, cal mirar els espais «dins» o «damunt» dels edificis, que ja era una idea d'en Cerdà. Murs i terrats o teulades poden ser útils en la captació d'energia solar, ja sigui per a estalviar altres formes d'energia o per crear espais verds productius o lúdics, i no sempre meres superfícies desèrtiques. Abocar tota l'oferta «verda» per al lleure i el paisatge als parcs exteriors metropolitans o més lluny és una forma de segregació d'usos que no s'adiu amb els principis bàsics de reducció de la despesa energètica i de les emissions contaminants, i hem vist també que entra en conflicte amb la conservació. Per això, com a alternativa parcial, cal crear una oferta interior, que ja sabem que només serà parcial. També cal millorar espais intersticials que existeixen, encara que no sigui desitjable crear-los, i mantenir la qualitat dels ambients on encara predomina el paisatge conreat, dins l'àmbit de la regió urbana. Això reduiria una mica la pressió sobre els espais naturals importants i, per tant, sobre la biodiversitat, a part de reduir el total de desplaçaments. La regió urbana ha de tenir una oferta verda pròpia, interna, que satisfaci bona part de la demanda de lleure associada als espais verds, i no deixar que tota aquesta demanda pesi damunt els espais naturals més valuosos. Caldria, llavors, una estratègia no exclusivament turística per a la promoció econòmica de les poblacions d'aquestes àrees valuoses. La conservació i gestió dels espais protegits exigeix més inversió, pública i privada. La que hi ha al nostre país està lluny dels estàndards dels països veïns. En la mesura que la societat, no precisament socialista, en què vivim, i l'extensió de la xarxa urbana sobre el territori, assignen noves funcions als espais més «naturals», com són certes formes de lleure, conservació de la diversitat biològica i ecològica, acumulació de diòxid de carboni, etc., afegides als més tradicionals de producció de fusta, fruits secs, caça i pesca, protecció hidrològica, etc., és evident que no es pot esperar que aquests serveis s'obtinguin gratuïtament, com si fossin un excedent que no produeix cap grati-

ficació als propietaris. Els espais naturals i parcs metropolitans fan molts serveis, però els propietaris de la terra no en treuen benefici. Per tant, i sempre seguint la lògica del mercat, no hi inverteixen, almenys no amb la finalitat de garantir aquests serveis que, en certa manera, veuen com imposats per un canvi d'actituds socials en relació a la natura.

Hi ha moltes maneres de pagar. S'ha de combinar una política fiscal, financera, de promoció dels etiquetatges ecològics, etc. Seguint la lògica del mercat, potser no seria tan estrany si les associacions de propietaris dels parcs (Administració inclosa), actuant com una mena de cooperatives agroforestals, o les direccions dels parcs, fessin pagar unes quotes d'accés, amb l'obligatorietat, degudament controlada, d'invertir les recaptacions en garantir els nous serveis desitjats per la societat, redistribuint els diners recaptats entre les finques. Qualsevol que sigui la solució adoptada, però, hi ha una dificultat afegida que cal tenir molt present: la contradicció inherent a mantenir una elevada qualitat (alta biodiversitat) i oferir espai recreatiu a una població humana important. Els grans espais naturals han de fer una oferta de lleure, però matisada: només certs tipus de lleure són admissibles (ja s'hi prohibeix la circulació amb vehicles de motor fora de pistes, però no es controla prou, ni, sobretot, es controla el soroll dels motors, que no respecta les pistes en cap cas); i només certes quantitats de visitants segons les zones poden ser tolerats sense efectes greus. Aquesta segona limitació faria perillós que els parcs, finançats per venda d'entrades, competissin per atraure visitants.

Fer pagar l'entrada o pagar directament amb els impostos no són les úniques possibilitats. Una altra possibilitat, dins la lògica de mercat, ja practicada a alguns indrets, és que les companyies subministradores d'aigua a les ciutats s'ocupin de mantenir en bon estat els boscos de les conques que aprofiten, per tal de reduir els costos dels tractaments. Hi ha iniciatives enginyoses, per exemple en el cas de Nova York, per al finançament d'aquest tipus d'actuacions. Però, a més de les companyies de subministrament d'aigua canalitzada, les empreses envasadores (per exemple, les del Montseny), que semblen tenir llicència de corsari, no haurien de contribuir almenys a mantenir una bona gestió forestal al massís? I les empreses elèctriques? Iniciatives d'aquest tipus tenen un gran interès cultural: deixar ben clar que existeix una connexió inevitable entre urbs, camp i natura, de la que hem de ser conscients en tot moment.

Veiem doncs que, de l'espai construït i el verd urbà als espais rurals periurbans i als parcs metropolitans, i més enllà, en tot el territori, cal una nova estratègia i una nova manera de fer. Els requeriments ambientals han de ser tinguts en compte sempre, i en cada actuació. El més bàsic d'aquests requeriments ambientals és *preservar els sistemes de vida en conjunt*. Això vol dir mesures molt diverses, en funció del grau d'intensitat de

la intervenció humana en cada punt del territori. Fins i tot, quan la intervenció és construir sobre tota la superfície considerada, també cal tenir en compte aquests requeriments (essencialment, cal veure com se'n pot minimitzar l'impacte sobre l'entorn). Conceptualment, augmentar el nivell d'autoexigència en els aspectes ambientals no és una gran complicació. Tampoc té per què ser un cost afegit molt sensible. I si n'hi ha algun de cost, potser es pot assumir, com se n'assumeixen tants per millorar la qualitat final. En molts casos, s'està veient que els primers empresaris en assumir la integració dels costos ambientals obtenen avantatges competitius. En el domini que ací ens ocupa, empresaris relacionats amb el turisme o el lleure es poden beneficiar d'un tractament correcte de l'entorn. Per al conjunt de la societat, tot això és, sobretot, qüestió d'acostumar-s'hi: la nostra cultura al respecte ha d'evolucionar cap al dia a dia. No hi ha solucions massa simples. Sempre costa fer canvis culturals profunds, però els poders públics han de tenir una orientació clara i practicar el dia a dia amb aquesta orientació ben present.

Hem mirat de defensar *una visió integrada del tractament del territori*: la relació entre les zones més naturals, els parcs metropolitans i la ciutat està marcada per com és la ciutat (per exemple l'oferta d'espais verds interiors), per com són els espais agrícoles periurbans o intersticials, per un complex teixit de relacions econòmiques i per un sistema d'organització social (per exemple, com i qui i amb quins diners gestiona els parcs), etc. Cal aquesta visió integrada. Però el planejament només és una fase del procés, el de decidir quina funció atorguem a cada tessel·la del mosaic territorial. El planejament no resol les relacions socioeconòmiques ni les mesures ambientals que han de mantenir un sistema coherent, que compatibilitzi usos i conservació. Abans i després del planejament, cal una estratègia molt més rica i multidireccional. Una estratègia que no sigui ni de fossilització, ni de parc d'atraccions o de parc temàtic, ni de maquillatge esteticista, ni de pura contenció del creixement urbà. Que es basi en uns objectius clars per a la ciutat que volem, per a la regió urbana que volem, per als paisatges que volem, per a la protecció dels sistemes de suport de la vida que necessitem. Una estratègia compartida per les diferents administracions. Una estratègia visionària, si voleu, com ho han estat totes les que han caminat realment cap el futur, basada en un nou contracte social per l'ús intel·ligent i, per tant, sostenible, del territori.

Tothom empra el terme *sostenibilitat*, però gairebé ningú parla realment de sostenibilitat en el sentit que se li dona des de l'ambientalisme. El que determina la sostenibilitat o la insostenibilitat d'una ciutat no és, directament, el seu caràcter difús o compacte, o altres consideracions morfològiques, sinó el seu consum de materials i d'energia, la contaminació que produeix com a resultat d'aquests fluxos. En aquest sentit, hi ha una

certa ingenuïtat en el terme *desenvolupament sostenible*, ja que la termodinàmica i la prolongació que n'ha fet N. Georgescu-Roentgen² ens indiquen que hi ha pèrdues inevitables associades a cada ús dels recursos.

Es diu, sovint, que no es pot pensar només en la sostenibilitat ecològica, perquè la ciutat no serà si no hi ha sostenibilitat econòmica. És l'etern argument, quan es demana sostenibilitat. Però és un argument que ignora que quan demanem sostenibilitat ecològica estem demanant, precisament, un profund canvi de model econòmic i no pas altra cosa. És clar que cal una economia sostenible. És precisament el que ens cal. El problema és que la que tenim ara no ho és.

Naturalment, ningú sap molt bé la recepta del canvi necessari, com esperem haver posat de manifest en capítols anteriors. No sabem ni si aquesta recepta existeix. Per això ens cal la creativitat, tanta com sigui possible, orientada a trobar solucions per una economia capaç d'internalitzar els costos ambientals i seguir oferint dosis creixents de benestar i qualitat de vida. Com imaginar aleshores un futur millor? La idea de projectar un futur sobre aquestes bases, matèria gris, silici i clorofil·la, més el ciment com a representant de la construcció que caldrà, sens dubte, seguir fent, em sembla una simplificació estimulante, una mena de eslògan. Implica, entre altres coses, que cada cop una part més gran de l'activitat econòmica de la ciutat giri al voltant de l'existència de focus de creació intel·lectual, cultura en el seu sentit més complet (ciència, humanitats, art), de la informàtica i, finalment, de la recuperació de la qualitat de vida amb un entorn més harmoniós amb el funcionament dels sistemes naturals. I és que el pas, sembla que imparabile, a la ciutat difusa s'hauria de fer compatible amb la preservació dels serveis que rebem dels ecosistemes. La inserció dels sistemes urbans en un territori, sense alterar aquests serveis bàsics i, permetent, a l'hora, la millora continuada de la qualitat de vida de les poblacions humanes, és, segurament, el més gran repte del nostre futur. I és tan complicat que ens caldrà un gran salt en el coneixement i la comprensió dels ecosistemes urbans.

criteris ecològics per a la gestió urbana

Consideracions generals

- Els processos ecològics són multiescalars.
- El territori és un bé limitat.
- Cal reconèixer que les ciutats són sistemes ecològics oberts, essencialment heterotròfics, dissipatius, amb un funcionament de tipus font-embornal, que s'autoorganitzen augmen-

tant l'entropia en la resta del món, amb un impacte que és, per tant, en certa mesura inevitable sobre la resta del territori, però que pot ser atenuat per una gestió correcta. Aquest impacte és degut, en primer lloc, a la necessitat d'importar energia, materials diversos, aliments i aigua, el que requereix accions sovint degradatives en el lloc d'origen i sistemes de transport que contribueixen a fragmentar el territori; en segon lloc, a les conseqüències de la producció, transport i consum en forma d'alteració del medi (inundació de valls, obertura de pedreres o altres extraccions, instal·lació de centrals elèctriques, etc., emissió de contaminants i deixalles, simplificació dels ecosistemes i reducció de la biodiversitat).

- Els habitants de la ciutat són poc conscients dels punts anteriors.
- En la regulació els fluxos materials i energètics hi tenen importància decisiva processos d'acumulació i intercanvi d'informació que, a la seva vegada, s'organitzen de manera jeràrquica: les ciutats acumulen més capacitat de decisió, més poder i més riquesa.
- L'organització institucional sovint no és òptima des del punt de vista de la presa de decisions que considerin processos funcionals ecològics, ja que els àmbits territorials no es corresponen.
- L'ecosistema urbà no té uns límits definits. Els estudis i les accions que s'emprenen han de definir el sistema a que s'adrecen amb criteris funcionals i no només administratius.

Recomanacions generals

- El disseny dels edificis ha de preveure l'estalvi d'energia i materials, mitjançant la consideració de l'exposició, gruix de parets, disposició i regulació de les obertures, inclusió de sistemes de captació d'energia solar (fototèrmica i fotovoltaica), ús de cobertes vegetals i aïllament tèrmic i sònic, sistemes diferenciats per a la recollida de residus i trituració de les deixalles orgàniques, ús de materials duradors, resistència sísmica, etc. És essencial canviar les tendències a fer dependre la climatització dels edificis exclusivament de l'ús de calefaccions i condicionadors d'aire, que consumeixen molta energia i contamineixen molt.
- Cal desenvolupar un sistema urbà equilibrat i policèntric i reforçar la complementarietat ciutat-camp.
- La ciutat compacta és millor, ambientalment, que la ciutat difusa o «esclatada»: convé afavorir la recuperació de barris i àrees degradades, en front del consum de més territori. Cal afavorir, en les ciutats extenses, estructures policèntriques autosuficients en la majoria d'activitats.

- Cal orientar l'oferta de treball a minimitzar les necessitats de desplaçament.
- Cal afavorir el transport públic o col·lectiu d'empreses en front del privat, partint de la base dels conceptes de transports i comunicacions integrats, i la bicicleta o el vianant en front de l'auto o la moto, buscar alternatives tecnològiques a l'auto amb motor d'explosió i impulsar-les, promoure les illes per a vianants, reduir el nivell de soroll, etc.
- Cal crear una oferta interior de verd dispers en la trama urbana i en la perifèria agrícola, i reduir la pressió sobre els grans espais naturals.
- Cal afavorir la permeabilització del conjunt del territori des del punt de vista de les espècies animals i vegetals pròpies, mil·lançant el manteniment d'estructures reticulars de sistemes relativament poc alterats.
- Cal controlar les ciutats com a punts d'entrades d'espècies invasives al·lògenes.
- És indispensable introduir certes normatives ambientals, tant dins la ciutat com fora, que tendeixin a assolir els objectius de reduir la despesa de recursos d'energia, materials i territori i llurs conseqüències en contaminació de l'aire, el sòl i les aigües, sorolls, fragmentació de l'espai i reducció de la biodiversitat, i en disfuncions dels sistemes ecològics de suport de la vida.
- Cal estudiar el funcionament dels sistemes ecològics partint d'unitats funcionals significatives i emprant tècniques d'anàlisi geogràfica i teledetecció. La interpretació dels indicadors de caràcter global és plena de dificultats i s'ha de fer amb prudència.
- Cal establir un nou contracte social per reduir la insostenibilitat.
- Cal fomentar l'educació popular en matèria ambiental.

Notes

¹ J.T. Lyle: «Urban ecosystems», *In Context* 1993; 35: 43.

² N. Georgescu-Roentgen: *The entropy law and the economic process*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1971.

Índex alfabètic

- A**
- aglomeracions urbanes, 24
 - aire contaminat, 65
 - anàlisi del cicle de vida, 107
 - anella verda, 83
 - antropòrees, 30
 - arquitectura sostenible, 57
 - artròpodes, 91
 - Atlas ambiental de Berlín, 63
- B**
- biocenosi, 36
 - biodiversitat a la ciutat, 81
 - biomassa urbana, 89
 - biosfera, Organització de la, 36
 - biòtop, 37
 - boirum, 64
 - boscors periurbans, 82
 - urbans, 80
- C**
- Candida albicans*, 92
 - canvi global, 22, 92
 - capacitat de càrrega del medi, 38, 40
 - capital natural, 35
 - carrers-mercat, 71
 - CIFCA, 30
 - ciutat, 21, 25
 - compacta, 16, 26, 71, 72
 - difusa, 26, 71
 - esclatada, 71
 - intensa, 116
 - i natura, 29
 - sostenible, 54
 - virtual, 26
 - de vora, 71
 - , Creixement de la, 11, 13, 16
 - , Metabolisme de la, 46, 47
 - civilització, 25
 - civitas*, 25
 - cobertes vegetals, 60
 - còlera, 92
 - commuters*, 87
 - constriccions, 36, 53
 - cotorres de pit gris, 38
 - culturàrees, 30
- D**
- desenvolupament sostenible, 120
 - distribució de la població, 88
 - diversitat, 49
- E**
- ecologia del paisatge, 77
 - urbana, 27, 32
 - economia ecològica, 50
 - ecosistema, 29, 33, 35
 - socioeconòmic, 35
 - urbà, 32, 53

– –, Fluxos de l', 104
 – *URBS*, 30
 –, Estructura de l', 42
 –, Metabolisme de l', 43
 emergia, 103
 equística, 30
Escherichia coli, 92
 espai verd urbà, 79, 83
 –, Fragmentació d', 21
 –, Ocupació d', 21
 espectre de diversitat, 109
 estructura urbana, 57, 61, 62
 EUROSTAT, 33

F

flux d'aigua, 98
 – endometabòlic, 93, 94
 – d'energia, 99, 100, 104
 – de matèria i energia, 29
 font-embornal, 23

G

globalització, 20
 – dels recursos, 19

H

HANPP, 112
 hidrologia, 62
Homo, 9

I

illa de calor, 64
 impacte ambiental, 46
 indicador de sostenibilitat, 107
 industriàrees, 30
 ingressos naturals, 35
 interaccions dinàmiques, 36
 inversió tèrmica, 64

M

malària, 91
 Mapa ecològic de Barcelona, 30, 32, 66, 68
 – – de Brusel·les, 30
 mecanismes de regulació, 48
 medi, Capacitat de càrrega del, 38, 40
 megalòpolis difusa, 16
 metabolisme de la ciutat, 46, 47
 – dels ecosistemes, 43

– endosomàtic, 29, 43, 87
 – exosomàtic, 29, 43, 96
 model de cercles concèntrics, 69, 70
 – multinuclear, 69, 70
 – de sectors, 69, 70
 – urbanístic, 69
 modelització, 68
Myopsitta monachus, 38

N

natura i ciutat, 29
 naturàrees, 30

O

organització horitzontal, 57
 – vertical, 57

P

paisatge, 78
 – ecològicament funcional, 116
 – real, 75
 –, Ecologia del, 77
 parc, 84
Pasteurella pestis, 10
patch, 42
 – theory, 42
 permeabilitat de Barcelona, 63
 Perspectiva de desenvolupament espacial
 europeu, 72
 pesta bubònica, 10, 91
 – negra, 10, 91
 petjada ecològica, 41, 109, 110
 planejament, 74
 Plataforma del Delta del Llobregat, 115
 població biològica, 37
 – urbana, 87
 –, Distribució de la, 88
 –, Mida de, 42
 potencial biòtic, 38
 prions, 92
 producció, 93
 – primària, 112

R

racionalisme urbanístic, 71
 regió urbana, 16
 retroalimentacions positives, 73

S

SIG, 33, 66
 sistema ecològic, 36
 – heterogeni, 42
 – heterotròfic, 21, 46
 – d'informació geogràfica, 33, 66
 – sostenible, 54
 – de transport, 95
smog fotoquímic, 64
 – industrial, 66
 soroll, 24
 sostenibilitat, 54, 104, 107, 119
 – global, Equació de, 108
 –, Indicador de, 107

T

taxa de creixement, 18

teledetecció, 66
 tessell·la, 42
 transformitat, 103
 transport, 93
trekkings, 111

U

unitat administrativa, 33
 urbanització, 13
 urbs, 25

V

verd urbà, 79
Vibrio cholera, 92

X

xarxa d'espais, 84