

CIÈNCIA I TÈCNICA

Ecologia

ANNA ÀVILA I JAUME TERRADAS (EDS.)

# AULA D'ECOLOGIA

CICLE DE CONFERÈNCIES  
2011



# AULA D'ECOLOGIA

ANNA ÀVILA I JAUME TERRADAS (EDS.)

# AULA D'ECOLOGIA

CICLE DE CONFERÈNCIES  
2011

Universitat Autònoma de Barcelona  
Servei de Publicacions  
Bellaterra, 2012

---

DADES CATALOGRÀFIQUES RECOMANADES PEL SERVEI DE BIBLIOTEQUES DE LA  
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Aula d'Ecologia : cicle de conferències 2011 ; Anna Àvila, Jaume Terradas (eds.). — Bellaterra :  
Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2012. — (Ciència i Tècnica ; 44.  
Ecologia)

ISBN 978-84-490-2867-0

I. Universitat Autònoma de Barcelona  
II. Aula d'Ecologia  
III. Àvila i Castells, Anna, ed.  
IV. Terradas i Serra, Jaume, ed.  
1. Urbanisme — Congressos  
2. Zones verdes — Congressos  
71 (063)

---

L'Aula d'Ecologia ha estat, en els cicles del 1996 al 2011, una iniciativa de l'Ajuntament  
de Barcelona i la Universitat Autònoma de Barcelona, que ha tingut el suport,  
en la coordinació i secretaria, del Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals  
(CREAF).

**Director de l'Aula d'Ecologia**

Jaume Terradas i Serra, catedràtic emèrit d'Ecologia de la UAB

**Coordinadors per l'Ajuntament de Barcelona**

Maria Alba Fransi Gallart i Sònia Frias Rollón

**Preparació dels textos (resums de les ponències)**

Anna Àvila (CREAF)

**Coordinació de les sessions**

Anna Àvila (CREAF)

**Il·lustració de la coberta**

Vista d'una part del port de Barcelona des de la Barceloneta, amb Montjuïc al fons.  
*Voyage pittoresque et historique de l'Espagne. Vol I. Paris, 1806-1820,*  
Alexandre de Laborde.

**Edició i impressió**

Universitat Autònoma de Barcelona  
Servei de Publicacions  
08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès). Spain  
Tel. 93 581 10 22. Fax 93 581 32 39  
sp@uab.cat  
<http://publicacions.uab.cat/>

ISBN 978-84-490-2867-0

Dipòsit legal: B. 14839-2012

Impress a Espanya. Printed in Spain

Impress en paper ecològic



Aquesta publicació no pot ser reproduïda, ni totalment ni parcialment, ni enregistrada en, o transmesa per,  
un sistema de recuperació d'informació, en cap forma ni per cap mitjà, sia fotomecànic, fotoquímic, electrònic,  
per fotocòpia o per qualsevol altre, sense el permís previ de l'editor.

## Índex

- 9-12 Pròleg, per Jaume Terradas  
13 Ponents i programa de l'Aula d'Ecologia de l'any 2010

### **Setzè cicle de conferències 2011**

- 15-21 **Josep Maria Palet**  
L'arqueologia dels paisatges culturals mediterranis: estudis de cas i noves perspectives.
- 23-27 **Luís Andrés Orive**  
Vitoria-Gasteiz: de anillo verde urbano a sistema ecológico integrado a escala biorregión.
- 29-33 **Teresa Batlle**  
Un projecte de ciutat autosuficient: noves tipologies de verd a la ciutat.
- 35-48 **Estanislau Roca i Blanch**  
Montjuïc, la muntanya de la ciutat.
- 49-52 **Carme Fiol**  
Barcelona, perifèria cubista: la integració de Nou Barris.
- 53-62 **Enric Pol**  
Nous usos i nous usuaris dels parcs.
- 63-68 **Sergi García**  
Biodiversitat urbana: reptes i oportunitats.
- 69-77 **Jordi Bosch**  
La xarxa de plantes - pol·linitzadors en el manteniment de la vegetació.
- 79-84 **Josep Peñuelas**  
El llenguatge de les plantes.

## Pròleg

Jaume Terradas

Professor emèrit d'Ecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona  
i director de l'Aula d'Ecologia

El present volum recull els resums de les conferències del setzè cicle de l'Aula d'Ecologia, corresponent a l'any 2011, i és el catorzè volum de la sèrie. L'Aula és una iniciativa de l'Ajuntament de Barcelona, ara sota la responsabilitat de Parcs i Jardins, que es realitza mitjançant un conveni amb la Universitat de Barcelona i amb la cooperació del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). El cicle 2011 es realitza a la Casa Elizalde de Barcelona. Els resums han estat elaborats per la Dra. Anna Àvila, investigadora del CREAF, i revisats per els propis ponents.

Les ponències van tractar temes diversos, com és el més freqüent a l'Aula, amb predomini de qüestions urbanístiques i relacionades amb el verd urbà (7 conferències) i dues complementàries sobre coneixements ecològics nous relacionats amb la interacció entre animals i plantes i emissions químiques dels vegetals.

En Josep Maria Palet, investigador de l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica, va partir de la idea de que el paisatge és sempre, en part, resultat de l'activitat humana, i per tant una expressió cultural complexa construïda al llarg del temps, una idea que certament és essencial per la comprensió del paisatge sobre una base realista. Va exposar els propòsits de l'arqueologia del paisatge, que integra informació de moltes disciplines i empra tècniques variades i cada cop més potents, sovint compartides amb aquestes altres disciplines. Els exemples que va desenvolupar partiren de l'anàlisi de la empremta en els paisatges actuals de la centuriació romana en els casos del Pla de Barcelona i del Camp de Tarragona i d'altres intervencions antròpiques en el cas, en un medi físic ben diferent, d'alta muntanya, de la vall del Madriu (Andorra).

El resum de la conferència de Luis Orive (director Centro Estudios Ambientales del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz) el donem en castellà per fidelitat a la versió corregida per l'autor. Va tractar l'experiència de

Vitoria-Gasteiz, que ha merescut el reconeixement de la Unió Europea pel seu caràcter exemplar en el tractament de l'entorn, experiència en la que ell hi ha tingut un paper molt rellevant al llarg de més d'una dècada, des de la creació de la idea de l'Anella Verda als desenvolupaments més recents. Entre els moments importants d'aquest procés s'hi compta la protecció de 200 hectàrees d'aiguamolls, la restauració de la riba del Zadorra i l'ús d'horts urbans en les zones inundables, l'aturada d'un projecte de circumval·lació de la ciutat i la consolidació dels espais que configuren l'Anella Verda sobre unes 140 000 hectàrees.

Teresa Batlle, arquitecta de l'Estudi Pich Arquitectes, va fer una introducció conceptual al paper de l'arquitecte en relació a l'entorn i la sostenibilitat ambiental i va exemplificar les seves idees a partir de tres casos concrets: el casc antic de Toledo, el projecte europeu sobre sostenibilitat en ciutats mediterrànies i el projecte molt futurista, en que treballa encara, de barri autosuficient per 40 000 habitants a Bon Pastor, que inclou espais conreats no només a nivell del sòl sinó també, en hivernacles, a l'alçada de la planta quarta dels immobles, amb recuperació del diòxid de carboni emès.

Estanislau Roca, professor del departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori de la Universitat Politècnica de Catalunya i Premi Lluís Domènech i Muntaner 1996 de l'Institut d'Estudis Catalans, ha treballat molt sobre Montjuïc i la seva interrelació amb la ciutat, i va exposar aquesta relació des de la geologia i la pedra emprada en la construcció de molts edificis i, en conjunt, de l'Eixample, tema del que a més va explicar els mètodes d'extracció i transport de la pedra, als aspectes històrics de l'ocupació humana de la muntanya, des dels ibers i romans a la presència jueva i cristiana i a la importància estratègica que va tenir el castell en el control de la ciutat. També va repassar altres aspectes de l'ocupació, els que suposen abocadors, barraquisme i altres mostres de les conseqüències del maltracte de les perifèries, i els esforços de regeneració amb l'exposició de l'any 1929, el Poble Espanyol, les actuacions d'enjardinament, la Fira, el Parc d'Atraccions, les carreres, etc., i per descomptat el moment clau dels Jocs Olímpics del 1992 i els elements d'atracció cultural (Fundació Miró, MNAC, Caixaforum, etc.). Va acabar referint-se a un tercer procés d'integració basat en la millora dels accessos que queda pendent de projectes ja endegats en part.

Carme Fiol, també arquitecta de l'Estudi d'arquitectura Arriola-Fiol, va dedicar la seva conferència als esforços urbanístics per a la integració de Nou Barris, un districte molt extens i mal comunicat crescut en la dècada dels seixanta. La connexió mitjançant la Ronda de Dalt el 1992 fou el pas inicial d'aquesta integració. El projecte de l'equip de Fiol va per-

metre transformar 16 hectàrees en parc urbà, amb equipaments cívics i culturals, basant-se en una estètica que Fiol considera cubista.

Enric Pol, Catedràtic de Psicologia Social i Ambiental de la Universitat de Barcelona, en la seva ponència, va partir d'una experiència de 15 anys enrere, un estudi sobre la distribució de les zones verdes a Barcelona en relació a la població que n'és usuària potencial. Després, va repassar l'evolució històrica de la ciutat des del Pla Cerdà, amb el procés conegut de densificació que s'ha produït en relació a aquell Pla, i va posar de manifest l'escassa permeabilitat dels grans parcs. Un tema que ara esdevé crucial és el de la seguretat en els espais verds. El perfil dels usuaris canvia al llarg del dia i en els caps de setmana. També varien els trajectes i activitats en els parcs grans, com Collserola. Després, el ponent va destacar els aspectes psicològics en la percepció del verd i del paisatge. Amb un exemple concret, va destacar la importància que té la participació del veïnat a l'hora de dissenyar-lo en la valoració de l'espai verd i com això repercuteix en la sostenibilitat. Va advertir, tanmateix, que la cohesió social és positiva si l'excés d'homogeneització no duu al gueto.

Sergi García, biòleg de l'associació Galanthus, ens va parlar d'un tema que l'Aula d'Ecologia ha visitat des de diversos angles, el de la biodiversitat urbana, i concretament en el cas de Barcelona. Va considerar els diversos grans àmbits més importants com a refugis de biodiversitat, com parcs o zones agrícoles (en ràpida regressió a Barcelona) i tot seguit va comentar els treballs d'estudi naturalista que es realitzen per catalogar amfibis (amb resultats sorprenents), rèptils, ocells (més de 100 espècies) i mamífers (els ratpenats són els més variats i poc coneguts). Va comentar especialment els ocells que nien en els immobles i els esforços per mantenir l'hàbitat que representen les basses (n'hi ha 82 que contenen amfibis a Barcelona) i va acabar defensant els beneficis biològics, socials i culturals de la biodiversitat urbana.

Jordi Bosch, investigador del CREA, va presentar els resultats de noves recerques sobre les xarxes de relacions entre plantes i insectes pol·linitzadors a la brolla del Parc natural del Garraf. L'estudi es basa en l'observació de les visites a flors fetes per individus de diferents espècies d'insectes, amb un acurat disseny estadístic, i en l'estudi de les característiques d'unes i altres (per exemple, volum de nèctar, nombre de flors o abundància de les espècies d'insectes). En una hectàrea hi ha relativament poques espècies de plantes dominants (23 espècies en total), amb una oferta floral molt variable entre anys i al llarg de l'any. Les espècies de pol·linitzadors observades arriben a 305, però la seva presència els diferents anys és molt variable i només 20 d'elles representen el 90% de les visites. El resultat de tot això és una xarxa molt complexa d'interac-



cions i cal recórrer a la teoria de xarxes per entendre-hi alguna cosa. L'estudi conclou, entre altres coses, que la xarxa té una estructura modular clara, amb fort aniuament i una gran majoria de comportaments generalistes però alguns casos d'alta especialització. L'estudi de les xarxes d'interacció és un camp en fort desenvolupament dins de l'ecologia de comunitats i el treball presentat per Bosch en va ser una molt suggestiva mostra.

Josep Peñuelas, professor d'investigació del CSIC-CREAF, va tractar un altre tema ecològic fascinant, el llenguatge de les plantes. Es tracta de les emissions de compostos orgànics volàtils molt diversos que produeixen els vegetals, gasos que de vegades funcionen com a senyals per altres plantes o per animals que s'hi relacionen. Peñuelas va descriure les diferents funcions que l'evolució ha donat a aquestes emissions i que no es limiten a la comunicació. La protecció davant de certs estressos n'és una d'important. Després, va repassar els factors que condicionen les emissions. Per acabar, va comentar les relacions dels canvis en les emissions amb els processos que constitueixen el que anomenem canvi global: en conjunt, el món esdevé més fragant i és difícil predir les conseqüències de tot tipus que això pot suposar. És important comprendre que el canvi en les emissions de les plantes pot alterar la química atmosfèrica i el seu comportament en relació al clima. De fet, Peñuelas va dir que els actuals models climàtics ja van incorporant aquestes emissions en les seves prediccions.

Com a director de l'Aula, he d'agrair el continuat suport a l'Aula d'Ecologia per part de l'Ajuntament, manifestat de manera explícita per la tinent d'Alcalde Imma Mayol i la gerència del Sector de Serveis Urbans, així com la implicació de la Universitat Autònoma de Barcelona. Igualment, he de fer constar l'agraïment al CREAF, al Servei de Publicacions de la UAB, a les secretaries del CREAF i del departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia; a Magda Pujol i Javier Jerónimo la seva col·laboració eficient; i a Maria Alba Fransi, que ha coordinat les tasques des de l'Ajuntament i a Anna Àvila, que ha coordinat des de la UAB i ha redactat els resums. I, finalment, he d'agrair als ponents les seves excel·lents presentacions i al públic nombros i participatiu que, com cada any, dóna sentit a aquesta activitat.

## Ponents i programa de l'Aula d'Ecologia de l'any 2011

### Setzè cicle de conferències. Any 2011

- Josep Maria Palet**, Doctor en Història, especialitat Arqueologia.  
Investigador de l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica  
*L'arqueologia dels paisatges culturals mediterranis: estudis de cas  
i noves perspectives*
- Luís Andrés Orive**, Enginyer de Monts. Director del Centro de  
Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz  
*Vitoria-Gasteiz: de anillo verde urbano a sistema ecológico inte-  
grado a escala biorregional*
- Teresa Batlle**, Arquitecte; sòcia del despatx Pich-Aguilera  
*Un projecte de ciutat autosuficient: noves tipologies de verd a la  
ciutat*
- Estanislau Roca i Blanch**, Arquitecte. Professor del Departament  
d'Urbanisme i Ordenació del Territori de la Universitat  
Politécnica de Catalunya  
*Montjuïc, la muntanya de la ciutat*
- Carme Fiol**, Arquitecte; sòcia de Arriola&Fiol arquitectes  
*Barcelona, perifèria cubista: la integració de Nou Barris*
- Enric Pol**, Catedràtic de Psicologia Social i Ambiental. Universitat de  
Barcelona  
*(Nous) usos i (nous) usuaris dels parcs*
- Sergi García**, Mediambientòleg de l'entitat Galanthus  
*Biodiversitat urbana: reptes i oportunitats*
- Jordi Bosch**, Biòleg. Investigador del CREAM  
*La xarxa de plantes - pol·linitzadors en el manteniment de la  
vegetació*

**Josep Peñuelas**, Professor d'investigació del CSIC. Director de la  
Unitat d'Ecologia Global CREAM-CEAB-CSIC  
*El llenguatge de les plantes*

## L'arqueologia dels paisatges culturals mediterranis: estudis de cas i noves perspectives

Josep Maria Palet

La primera idea que m'agradaria transmetre en aquesta conferència és que el paisatge, fins i tot en regions que considerem remotes, en realitat és un element humanitzat, culturalitzat, o sigui que en molts aspectes és conseqüència de l'activitat humana. El paisatge sovint és l'expressió d'unes cultures, unes societats i uns processos històrics que han contribuït a la seva modulació al llarg del temps.

L'arqueòleg del paisatge treballa des d'aquesta perspectiva, entenent el paisatge com a element antròpic, el resultat de la interacció de la societat amb el medi. Però, des del punt de vista de l'arqueòleg, el que interessa és obtenir informació per entendre aquesta societat. Aquesta informació es dedueix de les empremtes que ha deixat l'home en el paisatge. Així doncs, l'arqueologia del paisatge es pot definir com la interpretació i el coneixement dels espais culturitzats en les seves dimensions mediambiental i humana. Fem estudis en el territori i entenem el territori com a paisatge cultural.

La nostra recerca és molt pluridisciplinària i es nodreix de l'aportació de dades de disciplines com l'arqueologia, la història, la geografia, la geologia, la biologia, l'antropologia, etc., totes elles implicades i necessàries per a la interpretació del paisatge. La integració entre diferents disciplines és del tot indispensable, atès que el paisatge està format per elements molt diversos. Això fa que els projectes sovint siguin grans i complexos i requereixin una molt bona coordinació.

Normalment es tracta d'una recerca diacrònica, és a dir, s'estudia el paisatge al llarg de la seva evolució, reconstruint els moments pels quals ha passat fins al moment actual. Sovint els arqueòlegs del paisatge treballen l'antropització, els canvis haguts en l'entorn des que l'activitat humana va deixar una empremta en el paisatge al neolític.

El paisatge també té per a nosaltres un component patrimonial; la societat fa un ús cultural del paisatge. L'arqueologia del paisatge té una

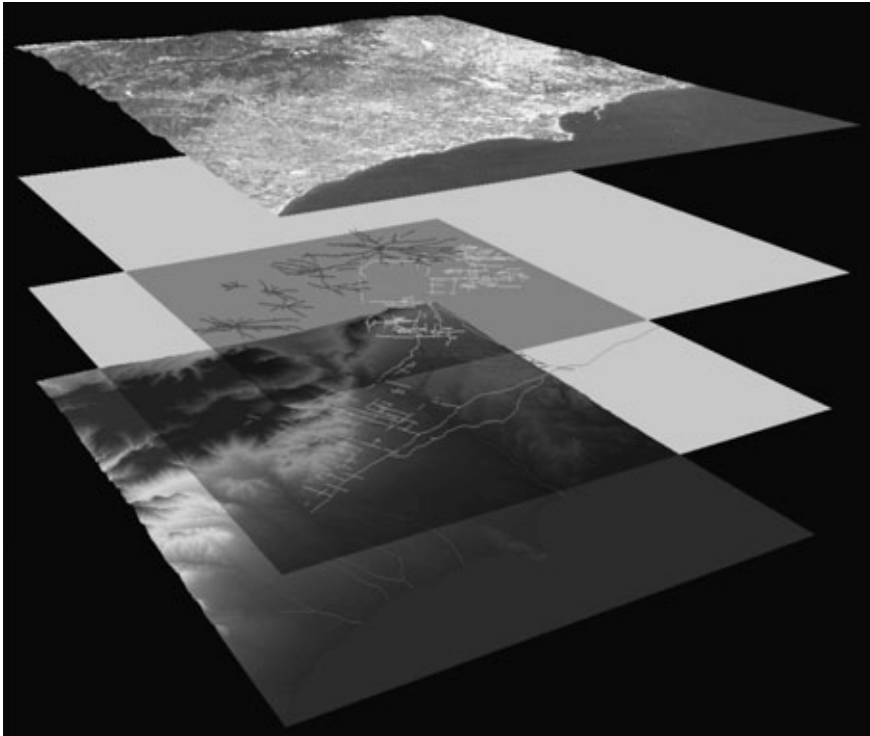
aplicació de transferència de coneixement cap a la societat en l'àmbit de la gestió del patrimoni arqueològic, i molt especialment en la seva gestió territorial, en la indústria cultural, en l'àmbit turístic, etc.

A tall de resum, els plantejaments i objectius de l'arqueologia del paisatge es basen en la idea que el jaciment no s'entén com un punt aïllat, sinó com un element que forma part d'un entorn. Interessa la idea del paisatge on la societat interactua amb el medi al llarg del temps. Ens interessa caracteritzar els canvis d'un espai o entorn determinat al llarg del temps i relacionar-ho amb els pobladors del moment; per exemple, en l'època protohistòrica, l'època romana, l'edat mitjana, etc., en una perspectiva diacrònica. L'arqueologia del paisatge definida d'aquesta manera és incommensurable i cal mirar d'acotar una mica els camps per poder abordar la feina.

Per compartimentar una mica l'àmbit d'estudi podem determinar quatre grans tipus de recerca:

- 1) Arqueologia ambiental, que estudia la matriu mediambiental de l'acció humana amb especialistes com biòlegs, geòlegs, sedimentòlegs, climatòlegs, geomorfòlegs, els quals aborden el paisatge des de la perspectiva més natural.
- 2) Arqueologia espacial, que estudia els assentaments i els poblaments antics (seria el que tradicionalment entenem per arqueologia).
- 3) Arqueomorfologia, el meu àmbit de recerca, que estudia les formes del paisatge. Estudiem els elements estructuradors d'aquest paisatge, com, per exemple, la xarxa viària, les parcel·lacions, els cadastres, els espais agraris, etc., per entendre les societats que habitaven aquests paisatges.
- 4) Arqueologia simbòlica, que estudia la conceptualització dels espais com a entorns simbòlics, aspectes del paisatge que van més enllà de la seva funcionalitat pràctica.

Així doncs, i com hem esmentat abans, en els estudis arqueològics integrats d'aquest tipus hi ha una superposició de diferents disciplines, i s'han de creuar i correlacionar diferents dades. En posició central en aquesta transferència de dades, hi hem de situar els sistemes d'informació geogràfica (SIG), que han facilitat enormement la nostra recerca. Per reconstruir la història del paisatge, entendre les diferents fases que han format el territori i entendre el paisatge actual com la conseqüència d'un procés dinàmic de transformació del territori, actualment podem usar els SIG i treballar amb imatges multicapa. Això ens permet obtenir unes imatges dinàmiques i diacròniques; per exemple, en un sol gràfic podem representar des de l'època romana fins a l'actualitat.



Exemple de la representació en diferents capes de la nostra recerca pluridisciplinària i diacrònica.

Així doncs, les metodologies que usem són:

1. Fotointerpretació i fotogrametria. Els SIG són una tècnica bàsica per integrar tota la informació. L'Institut Cartogràfic Catalunya té uns recursos extraordinaris que han revolucionat les nostres pràctiques de treball.
2. Arqueomorfològia. La fotointerpretació ens ha permès interpretar moltes estructures arqueològiques.
3. Prospeccions arqueològiques i topografia d'estructures. Es tracta d'estudis sobre el terreny, excavacions de zones ben delimitades de les quals s'extreu la màxima informació, per exemple, per mitjà de petits tasts per obtenir informació cronològica.
4. Excavacions arqueològiques en sondeigs de diagnòstic i excavacions en extensió.

5. Estudis paleoambientals multiproxy, usant eines de paleobotànica, palinologia, sedimentologia, geoquímica, disciplines que donen molta informació sobre l'activitat humana en el paisatge.
6. Integració de dades i anàlisi SIG. La integració de dades amb precisió i fiabilitat permet la restitució dels paisatges antics i ens proporciona una eina de gran qualitat per a la presentació i difusió dels resultats. Com diu la dita popular, les imatges que mostrem valen més que mil paraules

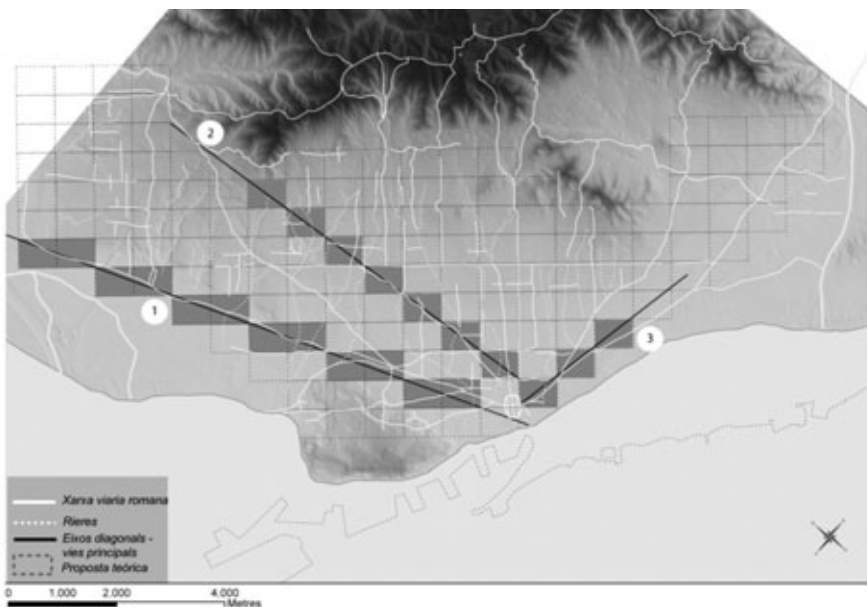
### Exemples de casos d'estudi

A continuació, presento uns resultats que ens informen sobre els paisatges en l'època romana. Un dels elements que hem treballat més a fons és el model de la *centuriació*. En època romana, la centuriació fou el sistema canònic d'organitzar el territori d'una ciutat. La fundació de Barcino en l'època romana no sols va comportar construir uns carrers i uns edificis, sinó també dur a terme un procés d'ocupació de l'entorn al seu voltant, segons la centuriació. Aquest sistema va organitzar el conjunt del pla de Barcelona segons una gran retícula formada per una xarxa de camins d'eixos rectors en línies paral·leles i perpendiculars que s'estenia ocupant el territori del voltant del nucli urbà. Aquest model, que seria com un tipus de pla Cerdà *avant la lettre*, va marcar de manera determinant la forma del paisatge. És un model que ens informa molt bé sobre el tipus d'organització territorial en l'època romana. Aquesta gran quadrícula ha fet una petja en el territori que s'ha conservat al llarg dels segles fins a arribar a avui dia. Per exemple, alguns carrers actuals de Barcelona, com la Travessera de Gràcia i el Torrent de l'Olla, tenen el seu origen en les vies de la centuriació romana.

S'han conservat paisatges on aquest sistema va tenir una gran implantació. A vol d'ocell és com millor es poden reconèixer les marques dels camins i, així doncs, la fotointerpretació ha esdevingut una eina fonamental per a aquests estudis. En llatí, aquest sistema d'implantació en el territori s'anomenava *ager divisus* i *adsignatus*, i servia de base per dividir i assignar els lots de terra. L'objectiu era que aquesta gran quadrícula servís com a sistema de gestió, que ajudés a definir l'ús del territori. Així, definia les àrees que havien de ser camps o boscos i proposava un repartiment de la terra; per tant, feia una funció de cadastre. Per als historiadors del món antic, això és molt interessant, ja que permet la contextualització de les estructures agràries en la història del paisatge.

Els historiadors han deduït el sistema que els romans consideraven ideal per a l'organització del territori, que es basava en una forma racio-

nal de dividir l'espai. Al centre s'hi trobava el nucli urbà, organitzat a partir d'un sistema de camins ortogonals en quadrícula (els carrers centrals i els ortogonals s'anomenaven *cardo maximus* i *decumanus maximus*). Era la base per crear una quadrícula de manera que tot quedava classificat, i servia per gestionar l'ús de l'espai. Responia a uns sistemes agronòmics antics que avui estudiem amb molt bons resultats. La divisió del territori també integrava els elements naturals, com els torrents, estanys, turons, etc. Els exemples que mostraré de Barcelona i Tarragona posen de manifest aquest sistema de centuriació a les dues ciutats i els seus entorns i com s'hi incloïen els elements naturals.



Exemple de centuriació a Barcelona.

En treballar aquests elements en el paisatge, el problema principal és com datar. En arqueologia un dels cavalls batalla més importants és la datació. Quan excavem un paisatge hem d'usar tècniques molt fines per poder datar amb precisió i mostrar que les estructures que observem són d'una època determinada. Per datar usem diferents mètodes, alguns de tipus arqueològic, i d'altres més relacionats amb la història del paisatge, és a dir, reconstruïm les diferents fases de manera que arribem al paisatge romà a partir de l'estudi de la seqüència diacrònica.



Per exemple, en l'estudi del Camp de Tarragona vam utilitzar les fotos aèries del vol del 1956, rectificant i georeferenciant els fotogrames que a continuació vam introduir en un SIG. Així es poden identificar les línies i les xarxes del paisatge l'origen de les quals situem en l'època romana, com la Via Augusta, la via que anava de Tarragona a Lleida i altres camins secundaris. Podem observar un sistema viari de formes ortogonals i equidistants: són les centuriacions de l'època romana. Avui dia, encara queden petges reconeixedores d'aquelles estructures en forma dels camins fondos que solquen el Camp de Tarragona. Es tracta d'un valuós element patrimonial que avui dia està en perill, ja que no hi ha consciència que un camí d'aquest tipus sigui d'origen romà.

Aquests eixos que hem pogut restituir són eixos que anomenem «forts», grans línies que han estructurat i organitzat el paisatge des del moment de la seva creació. I és precisament la seva utilització al llarg del temps el que ha permès la seva conservació fins al moment actual. N'hi ha exemples per tot Catalunya, però els exemples dels quals parlo avui se centren en el Camp de Tarragona, Barcelona, la plana litoral i la vall del Madriu, al sud d'Andorra.

## Barcelona

Des de la perspectiva dels arqueòlegs, Barcelona té la gràcia que la seva fundació fou romana. Barcino es va fundar a l'època d'August (anys 15-10 aC) com a una petita colònia en el marc de reformes que aleshores l'imperi portava a terme a Hispània. Aquest nou poblament fou estructurat, com s'ha dit, seguint el model de centuriació.

Com era el territori de Barcelona en aquells temps? El territori que van considerar els romans sobrepassava el pla de Barcelona. Era un territori metropolità. Sabem, per la troballa de fites i elements epigràfics documentats a Montmeló i a Martorell, que el territori de Barcino comprenia tot el pla de Barcelona, Collserola i el Vallès fins al que seria la B-30 d'avui (que segueix el traçat d'una antiga via romana). El Llobregat i el Besòs definien uns límits, però la centuriació de la ciutat comprenia tota la plana litoral, la serralada litoral i la depressió prelitoral fins a la Via Augusta (actual AP-7). L'estudi del paisatge vegetal a l'època romana el podem fer a partir de pol·len fòssil. El diagrama pol·línic mostra que en aquella època hi havia molt de bosc; per tant, deduïm que la desforestació es produí en l'època postromana (segles VI i VII).

A Tarragona hem documentat el mateix fenomen de centuriació, encara més exagerat, ja que Tarraco fou la capital destacada de la província de l'imperi. En l'estudi de les fotografies aèries apareixen tres gran

quadrícules que abasten una superfície de molts quilòmetres, que s'estén des de Valls fins a Cambrils i l'Hospitalet de l'Infant. La centuriació proporciona una forta ocupació del territori: hem documentat 245 finques, la localització de les quals hem obtingut en unes campanyes de localització amb GPS. També vam fer l'estudi pol·línic i vam obtenir resultats molt similars als mencionats, on s'observava que la desforestació es produï en època postromana.

Finalment, m'agradaria mostrar algunes dades dels nostres estudis a la vall del Madriu (Andorra) que fem en àrees de l'alta muntanya, prop de l'Estany Forcat, a 2539 m. L'arqueologia del paisatge ens indica que, malgrat les subòptimes condicions climàtiques, aquest fou un territori molt usat en el període romà. Hem documentat que en aquells temps el paisatge era força obert: s'hi explotaven les pastures, s'obtenien productes dels boscos (com la pega obtinguda del pi negre) i hi havia una important activitat minera (amb l'extracció de ferro). Per tant, puntualment, les valls podien tenir una antropització molt forta. Així, tot i que fins ara la recerca arqueològica no havia mirat cap a aquestes zones d'alta muntanya pensant que l'ocupació estava a la plana i a causa de la més gran dificultat per treballar-hi, ara s'ha de destacar la potencialitat arqueològica d'aquestes zones pirinenques. Hi hem trobat estructures en pedra seca, forns de pega (del segle II aC), estructures del pastoralisme (munyidores per obtenir llet per fer formatges), etc. En els treballs paleobotànics s'ha pogut documentar una explotació continuada del bosc, fins al seu esgotament. Un cop recuperat el bosc, es reprenia l'explotació.

Com a conclusió, es pot dir que aquests treballs mostren que l'alta muntanya no ha estat una àrea marginal. De fet, s'hi ha donat una continuïtat d'ocupació des de l'època preromana. Això és així pel fet que aquest entorn ofereix una sèrie de recursos molt apreciats, com les pastures, els boscos i la mineria. La continuació dels treballs arqueològics a la zona d'alta muntanya pot desvelar encara moltes sorpreses.

## Vitoria-Gasteiz: de anillo verde urbano a sistema ecológico integrado a escala biorregional

Luis Andrés Orive

Llevo muchos años trabajando en mi ciudad, Vitoria-Gasteiz, y el territorio que lo rodea, y no me resulta fácil resumir tantos años de trabajo en una exposición de una hora. He escogido una línea de presentación que trata de resumir cómo se fue desarrollando el Anillo Verde desde sus orígenes hacia el año 1995, pero que también abordará algunos de los problemas, las tensiones y las dificultades que hemos sufrido asociados a esta iniciativa. Hay que destacar que el Anillo Verde en sus inicios estaba un poco alejado del centro de la ciudad, pero, a medida que esta se ha ido desarrollando, se han producido una serie de presiones en el territorio que lo han cuestionado y lo han afectado. Finalmente, concluiré hablando de nuestras actividades y esfuerzos hacia el futuro.

A finales de los años ochenta, Vitoria era una ciudad de tamaño medio inserta en un territorio que, en aquellos momentos, se estaba devaluando rápidamente por el abandono de los terrenos agrícolas. Así, en la sociedad vitoriana del momento dominaba una sensación de negación del entorno, una percepción mayoritaria y generalizada de depreciación de los valores naturales, un olvido de esa franja seminatural y agrícola y una carencia de aprovechamiento del terreno. Lo primero que hicimos fue analizar los valores del territorio, que eran muy cualificados y de gran extensión, puesto que Vitoria es el municipio más grande del País Vasco. Vitoria era una ciudad compacta y ordenada rodeada de un entorno desordenado, caótico y con una degradación importante. No obstante, este entorno tenía unas potencialidades enormes para suministrar espacios naturales de calidad que podían ser catalogables, con una importante matriz agrícola compuesta de 63 núcleos rurales separados por distancias de tres o cuatro kilómetros entre ellos. Era claramente demostrable que los valores ecológicos y paisajísticos de las cercanías de la ciudad eran de primera calidad. También identificamos una franja de naturaleza muy interesante que

entonces no estaba protegida y ahora sí lo está formando un segundo anillo en torno a la ciudad.

Otra característica clave fue la presencia de agua en todo el territorio. Vitoria está situada sobre un acuífero cuaternario de gran extensión y potencia que le proporciona una gran entidad paisajística; un paisaje que no se ve pero que determina la modulación del territorio.

Una vez hechos estos análisis de la ciudad y de su contexto, nos dimos cuenta de que teníamos que concentrar nuestra atención en las cercanías degradadas. Muchos de estos espacios eran de suficiente entidad como para estar incluidos en catálogos de paisajes protegidos. Además, tenían el aliciente adicional de estar ubicados en terrenos públicos, lo cual ayuda mucho a la hora de plantear los proyectos. Así pues, el proyecto se planificó en unos terrenos degradados de la periferia pero que tenían unas enormes potencialidades.

El Anillo Verde se basa en dos sistemas que se entrelazan entre sí, con el río Zadorra al norte y los cerros que constituyen los Montes de Vitoria al sur. Son unas 15.000 hectáreas que actualmente están en trámites de declaración de parque natural. De los cerros del sur nacen siete pequeños riachuelos que alimentan el sistema del río Zadorra al norte. En su corto tránsito hacia el norte, tres de los riachuelos atraviesan la ciudad. Antes recogían las aguas residuales sucias convirtiéndose en tres cloacas. Nuestro sueño era que los ríos fueran sistemas vivos que estructuraran la ciudad y la relacionaran con el entorno. El sueño era convertir la ciudad en un sistema funcional completo, y plantear esta idea como núcleo central para diseñar sus procesos de desarrollo territorial y urbano. Así pues, los ríos del sur se incluyeron en los sistemas de saneamiento y gracias a la depuración de sus aguas pasaron a ser ríos vivos que estructuraban la ciudad.

Además de mirar la escala territorial y espacial, también estudiamos la escala histórica. Analizamos imágenes aéreas de vuelos antiguos para componer un mapa de uso del territorio en la primera mitad del s. xx que nos permitiera analizar los cambios producidos desde entonces hasta la actualidad. Al hacer esto, nos dimos cuenta de que el Anillo Verde había existido desde siempre. En realidad, con nuestros esfuerzos transmitíamos hacia el futuro un patrimonio que ya provenía de nuestros antepasados, puesto que ellos habían mantenido los prados que ahora nosotros estábamos recuperando.

Nuestra propuesta fue acogida con sensibilidad política y, gracias a ello, hemos podido ir trabajando en muy buenas condiciones. En 1991 pudimos convencer a los responsables políticos de las posibilidades de desarrollar nuestro proyecto actuando en la restauración de unas cante-

ras situadas entre la ciudad y un bosque-isla muy degradado. La restauración de estos espacios degradados se fue implementando progresivamente, con fondos de financiación de la ciudad. A su vez, la factoría de Mercedes en España, situada en la vecindad, estuvo muy interesada en la restauración de este entorno por las mejores vistas que se ofrecían a sus instalaciones. La tipología del proyecto buscaba la simplicidad, en el sentido de situar pocos elementos mobiliarios y diseñar las zonas peatonales con un mínimo impacto visual y una máxima armonía con el entorno.

Una vez terminado este proyecto entrevistamos la posibilidad de enlazar otros sistemas para ir configurando el Anillo, al darnos cuenta de que los bosques-isla se podían conectar por medio de los riachuelos. Las obras fueron muy sencillas y baratas, de forma que fueron muy efectivas y enseguida se hizo patente el gran rendimiento que se obtenía en beneficio de la población.

Posteriormente a estos proyectos sencillos y muy agradecidos, empezamos a encontrarnos con problemas más serios. Llegaron las elecciones y, con ellas, la necesidad consistorial de mayor notoriedad. El alcalde quería hacer grandes parques en una zona de humedales y para llevar a cabo este proyecto estableció contacto con uno de los estudios más importantes del mundo del urbanismo y paisajismo (Dr. Lovejoy Partnership), que presentó un proyecto muy negligente con respecto a la restauración de la naturaleza. Proponía una especie de jardines de Babilonia llenos de artefactos y bultos. Sin embargo, este proyecto faraónico no salió adelante.

Nosotros continuamos trabajando y presentamos un proyecto basado en las fotos aéreas antiguas para estudiar cómo eran las 200 hectáreas de la zona húmeda a planificar. Estudiamos los archivos de los pintores paisajistas locales para comprender cómo era el paisaje plasmado en los cuadros; también estudiamos las procesiones de Corpus y las flores que se usaban (especialmente los lirios que se obtenían de la zona de Salburua). Esta información nos permitió distinguir una serie de pautas que conferían una gran calidad a este espacio, haciéndolo susceptible de ser un espacio natural protegido. Entonces presentamos este proyecto a un convenio Ramsar, que lo aprobó y hoy en día el humedal está protegido. Este espacio recuperado va generando una atracción social y una fuerza identitaria tremenda. Proporciona imágenes muy apreciadas por la ciudadanía, puesto que se pueden seguir los ciclos naturales de variación de la lámina de agua y las variaciones concomitantes de la vegetación y la fauna.

Otra actuación de gran envergadura se desarrolló al norte de la ciudad, en los bordes del río Zadorra. En esta zona se habían iniciado unas

operaciones especulativas importantes y se construía generando unos paisajes nefastos. Además, había un riesgo cierto de inundación por las avenidas del río, lo que llevó a propuestas de canalización muy agresivas que, afortunadamente, por fin no se llevaron a cabo. La degradación era grande y los riesgos de inundación, también. No obstante, también había detalles bonitos, como el hecho de que miles de agricultores urbanos tenían sus huertos cerca del cauce del río y, así, éste era un entorno usado en la vida cotidiana de las personas. El alcalde consideró como negativo el proyecto de canalización del río y apoyó nuestra propuesta de restauración e incorporación al Anillo Verde. La confederación hidrográfica nos encargó un estudio para la restauración del río Zadorra, y propusimos que la restauración ecológica y la interacción social tuvieran un papel destacado, además de las actuaciones para la regulación hidrológica. En este sentido, asumimos que el río podía desbordarse en los terrenos agrícolas, y que se tenía que modificar la curva de garantía del embalse que está situado aguas arriba. Las soluciones planteaban aumentar la capacidad hidráulica del río, pero admitiendo su expansión y desborde en momentos determinados. Así, se hicieron huertos urbanos en una zona de meandros que podía sufrir las inundaciones, en una filosofía de intervención mucho más suave que la que proponía la canalización. El tiempo ha corroborado el buen funcionamiento de este diseño del sistema hidrológico en momentos de crecida. Se trabajó mucho para llegar a acuerdos con los responsables municipales y los principales beneficiados han sido los ciudadanos, que reconocen la gran mejora de su calidad ambiental.

En 2003 nos encontramos la noticia publicada en los periódicos de que una empresa promovía una circunvalación (no incluida en el planeamiento urbanístico ni en la planificación de carreteras) junto con una promoción inmobiliaria para la construcción de 4000 viviendas en la zona meridional de Vitoria. Cabe destacar que estas cifras están claramente sobredimensionadas en una ciudad de crecimiento poblacional moderado como la nuestra.

Nosotros, desde el Centro de Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz, nos opusimos con mucha energía a este proyecto, en una época de urbanismo especulativo salvaje, para poder avanzar hacia una planificación mucho más armoniosa e integrada en el entorno natural. Finalmente, se consiguió frenar el proyecto, en buena parte gracias a las declaraciones del alcalde del momento (Alfonso Alonso, del PP), quien convino con nosotros que la zona sur tenía que ser un parque natural.

Así pues, el Anillo Verde se consiguió tras diez años de trabajo luchando contra las mencionadas operaciones urbanísticas que iban contra la

esencia de sus valores fundacionales. En el proyecto del Anillo Verde se generó un icono de ilusión que se anticipó al planeamiento del crecimiento de la ciudad. A lo largo de los años llegamos a un momento de mucho éxito, habiendo conseguido integrar las mejoras ambientales con beneficios a los ciudadanos. Vimos el modo en que los proyectos fallidos podían arreglarse de manera diferente de la convencional, y las nuevas aproximaciones han generado unos paisajes que podríamos calificar de «normales», con una funcionalidad hidrológica, ecológica y social que hace que valga la pena seguir invirtiendo en esta dirección.

Actualmente seguimos trabajando para que el Anillo pase de ser un sistema periférico a estar integrado en un sistema en red que atraviese la ciudad. Así se plantea repartir la carga de interconexión dentro y fuera de la ciudad. La forma de planificar histórica ya había contemplado esta conexión, habiéndose construido la ciudad de forma radial para aportar verde desde el exterior hacia el interior de la ciudad. Con esta aproximación radial, el Anillo Verde no tiene unos límites definidos.

Hoy en día hay muchas actuaciones previstas en el espacio del Anillo, un territorio con una carga de naturaleza e historia monumental. Nuestro trabajo ha sido el de frenar el avance del plan territorial parcial de 1998, y conseguir la protección territorial de unas 140.000 hectáreas. El Anillo Verde de Vitoria constituye un icono de protección ambiental de gran fuerza y ejemplaridad.

## Un projecte de ciutat autosuficient: noves tipologies de verd a la ciutat

Teresa Batlle

L'arquitecte centra el seu treball en les edificacions, però també sovint s'ocupa en reflexions que van més enllà de l'edifici. El nostre equip de treball ha reflexionat molt sobre la ciutat i sobre com fer front als aspectes de la sostenibilitat a la ciutat.

Els avenços tecnològics del segle xx ens han permès observar l'atmosfera des de molt lluny. En veure el globus de la Terra en la seva totalitat, ens hem adonat de com influïm i som influïts per l'atmosfera. I hem arribat a entendre com aquesta atmosfera ha permès el desenvolupament de la vida. Per analogia, els arquitectes del nostre equip quan parlem d'edifici volem crear una atmosfera complementària a les atmosferes de la Terra, una atmosfera que faciliti la vida dels habitants.

Per il·lustrar la trajectòria històrica d'Occident que ens ha portat al punt on som ara, em recolzo en la pintura de William Turner. Aquest pintor va viure el principi de l'era industrial i va reflectir molt bé l'angoixa d'aquells temps en els quals la natura era considerada perillosa, i de la qual els humans s'havien de protegir. A l'era industrial es va descobrir que la màquina podia sobrepassar la natura, i així donar més control als homes sobre els problemes d'una natura agressiva. Però ara hem passat a l'extrem contrari. Ara veiem que la màquina també comporta perills i perjudicis per a l'home. Al final, hem descobert que el millor s'aconsegueix amb la complicitat entre natura i tecnologia. En arquitectura havíem arribat a pensar que el confort ens el donava la tecnologia sense haver de considerar el que passava a l'exterior, a l'entorn. Per exemple, es projectava la il·luminació i la climatització independentment de les condicions naturals exteriors. Però ara hem vist que la tecnologia pot comptar també amb la natura i se'n pot aprofitar. Així doncs, ens adonem que hem de tornar a aprendre un coneixement que ja existia i que havien usat amb molt de seny els nostres avantpassats, i aprofitar-nos-en. Ens hem adonat que hem de tenir en compte els cicles globals de l'energia i



dels elements circulant a la biosfera. Hem de reaprendre comportaments humans i intel·ligència humana que hem oblidat. Algunes pràctiques són tan senzilles com l'amargament de pendents per retenir l'aigua i poder cultivar millor. En els assentaments humans de temps antics hi havia una gran complicitat home-natura: es creaven cicles amb una major eficiència de reciclatge de l'aigua o la matèria orgànica, però aquesta complicitat s'ha anat perdent.

A més, recentment hem de comptar amb la tendència imparabile de la migració de l'home del camp cap a la ciutat. I, ara com ara, les ciutats del primer món han suposat un gran malbaratament d'energia i recursos. Les ciutats actuals no tenen en compte cicles tancats de materials i, així, els residus s'emmagatzemen en dipòsits especials en zones allunyades. A més, les ciutats són uns grans focus emissors de CO<sub>2</sub>, un dels principals causants del canvi climàtic. La petjada ecològica d'una ciutat ens informa sobre quina quantitat de territori és necessària per satisfer les necessitats vitals de les persones d'un territori determinat. Per exemple, a Catalunya la petjada ecològica per habitant és de 5 hectàrees, de les quals l'alimentació i l'energia suposen pràcticament la totalitat (3,6 ha/habitant). Així doncs, veiem que necessitem un gran territori per poder alimentar-nos i viure amb el nostre nivell de vida actual. A les cimeres mundials que s'han anat celebrant per debatre aquests problemes, malgrat les dificultats i discussions, s'han anat construint un coneixement i unes eines adequades per conscienciar els governs per fer front als canvis globals i viure en la sostenibilitat.

Nosaltres, el nostre equip de treball, som plenament proactius en relació amb aquesta problemàtica, tant en les actuacions que hem fet centrades en l'edifici (en les quals hem projectat pensant en l'eficiència energètica, l'emmagatzematge de pluja, la inclusió de cobertes vegetals, la creació d'espais intermedis per crear confort interior, etc.) com quan hem treballat a escala de barri, creant ciutat.

En la reflexió sobre la ciutat, hem de pensar en les tres C: confort, capacitat i complexitat. No renunciem al confort, però busquem una reducció del malbaratament amb millores en l'eficiència d'ús de materials i energia. Busquem la barreja d'usos i la capacitat; ja no es pot parlar de separar usos amb l'edificació d'una banda, l'agricultura d'una altra i els espais verds a preservar, gairebé sense poder ser trepitjats. La ciutat d'avui integra una complexitat de cicles, de metabolisme urbà, de mobilitat, de cohesió social, d'espai urbà, o noves maneres d'habitar que hem de considerar.

Mostraré tres projectes nostres recents que representen reflexions, insinuacions per a un nou model de ciutat.

- 1) El nucli antic de Toledo. Primerament, vam fer un estudi del nucli antic tot analitzant-lo des del punt de vista del medi ambient. És un estudi de sentit comú, elemental, però que té molta força, ja que té en compte aspectes que s'havien oblidat. Hem vist que l'antic Toledo era un sistema alveolar, a base de patis i cancells d'entrada per on corria el vent i així es controlava la temperatura. L'aigua de les capes subterrànies del nivell freàtic aportava més frescor. Havent vist això, vam introduir aquests elements per aconseguir una climatització natural. Arran d'aquest estudi vam fer un díptic que el consistori de Toledo va repartir per tal que els propietaris que volien rehabilitar les seves cases poguessin tenir la visió de conjunt i els avantatges de sumar-se a una actuació de conjunt on el tot millora a base de les sumes de les actuacions individuals.
- 2) Projecte europeu sobre indicadors de sostenibilitat en ciutats mediterrànies. El nostre projecte es desenvolupa a Màlaga. Vam escollir un solar adient per testar els indicadors de sostenibilitat, però situat en un entorn molt degradat i dens, amb uns paràmetres urbanístics molt durs. L'encàrrec era per ocupar tot el solar amb habitatge social, i el nostre repte fou com fer una ordenació de l'espai dins dels paràmetres de sostenibilitat ambiental i social. El projecte consistia a construir 99 habitatges per hectàrea, és a dir, construir amb una gran compacitat. Es van establir quatre indicadors: 1) disseny i gestió territorial; 2) mobilitat; 3) aspectes socials, i 4) aspectes econòmics. Per tal d'escometre aquesta tasca vam treballar en equip amb sociòlegs, urbanistes, experts en mobilitat i altres arquitectes. Vam decidir fer una superilla, deixant tot l'espai no edificat com a espai verd públic. Així, vam concentrar el màxim d'edificabilitat a la perifèria, mentre que a l'interior vam reduir les alçades i vam posar-hi els equipaments. Algunes de les propostes són inviables en la realitat, ja que topen amb la normativa i altres regulacions. Hi proposàvem, per exemple, que alguns equipaments que no necessiten el seu propi sòl podien estar barrejats amb els habitatges. Però la normativa actual no permet aquesta barreja. Un altre exemple consistia a construir espais verds en alçada. Aquí, el problema és la propietat del sòl, ja que seria propietat privada i els espais verds han d'estar sobre espai públic. Això ha afavorit una reflexió sobre aquesta delimitació d'usos i diferenciació d'espais que potser a la llarga portarà a alguns canvis. També ens hem preocupat per les hores de sol que reben els habitatges, de manera que, com a mínim, tots els habitatges rebin una hora de sol en totes les èpoques de l'any. Una altra reflexió con-

cerneix els aparcaments. A Màlaga s'obliga a considerar dues places d'aparcament per habitatge. El nostre repte era on posar tots aquests aparcaments. Normalment es fan soterranis de dos o tres pisos per aparcar els cotxes. Nosaltres hem aconseguit reduir el paràmetre fins a 1,5 places per habitatge, però no volíem ubicar-les en soterranis. L'espai soterrat comporta una gran despesa energètica en la construcció i augmenta els costos de manteniment ja que es necessita ventilació forçada. Nosaltres vam proposar compatibilitzar l'aparcament amb l'espai públic, de manera que l'arbrat coexistís amb els aparcaments i així no es necessités una ventilació especial. A les zones de frontera es va proposar el model convencional, però a l'interior de l'illa la proposta fou compartir l'espai públic i l'aparcament. També vam fer propostes sobre el mobiliari urbà, els punts de reciclatge, els paviments, etc., sempre tenint en compte criteris de sostenibilitat.

- 3) El tercer projecte del qual vull parlar és una reflexió sobre una possibilitat constructiva, que no s'ha dut a la pràctica. Es tracta d'un projecte en el qual treballem des de fa dos anys. A causa de la necessitat de reflexionar sobre la ciutat, ens vam unir un equip d'arquitectes, enginyers, metges, biòlegs, un físic, un químic i un agricultor. La idea era pensar sobre ciutat, sobre com fer un barri autosuficient, sense rebre l'encàrrec de ningú. Ens plantejàvem quines característiques ha de tenir un barri per ser autosuficient. Vam seleccionar el barri de l'estació de la Sagrera, de Bon Pastor. L'espai consta de 166 hectàrees vorejant el riu Besòs. La primera reflexió que ens vam plantejar fou sobre la densitat, pensant en una ciutat compacta. Per a un ciutadà de l'Europa del nord, una ciutat compacta és de 50 habitants/ha, però l'Eixample de Barcelona té una densitat de 350 habitants/ha. Tot i que és difícil determinar la densitat òptima, nosaltres proposem una densitat de 240 habitants/ha. Com ha de ser la trama del barri? L'Eixample de Barcelona ha estat un encert urbanístic indiscutible. Però al final ha donat prioritat al cotxe sobre el vianant. Nosaltres volem invertir aquest binomi, volem que el cotxe hi tingui accés però que no sigui el protagonista. Hem fet una reflexió molt intensa sobre mobilitat, amb propostes agosarades, com la de cotxes sense motor que es desplacen sobre uns vials. També proposem enretirar els aparcaments de la ciutat: en allunyar-los es guanya en qualitat per als comerços i en seguretat viària. La proposta inclou que hi hagi un espai agrícola en el mateix barri; creiem que l'agricultura s'ha de tornar a integrar a la ciutat.

Proposem una distribució de sòl en 30 % agrícola, 30 % d'espais verds i 30 % per a l'edificació. Es proposa un barri per a 40.000 habitants. S'hi inclouen patis, variació d'espai públic en una gradació de privacitat fins arribar a l'espai individual. En els edificis, es proposa que des de la planta baixa fins a la quarta planta sigui sector terciari. Els pisos per sobre del quart pis contindrien els habitatges. Així, es generaria una nova cota zero a la planta +5. Això és el que ja hem experimentat en diversos edificis on hem posat espai verd a la planta cinquena, la qual es converteix en espai comunitari on es concentren les persones de l'edifici. És, doncs, una plaça en alçada.

En el tema de l'agricultura hem fet una reflexió amb experts pàgans sobre la repartició entre agricultura productiva i horts urbans. Hem acordat concedir el 30 % del sòl a l'agricultura productiva, la qual, a més, també és present a les plantes elevades (pis +4), on s'instal·larien hivernacles. Els fruiters plantats en els hivernacles capturarien tot el CO<sub>2</sub> generat a les oficines, de manera que, a més de produir fruita per al consum, ens situaria a emissions zero de CO<sub>2</sub>. Tota l'aigua de rebuig es tornaria a utilitzar per regar l'espai verd i l'agricultura i també per a les activitats domèstiques. Els residus també serien reutilitzats, com a fertilitzants o per produir energia. En resum, el barri projecta generar ciutat situant els serveis des de la planta baixa fins al pis +5, i d'aquí cap amunt se situarien els habitatges, amb els jardins en una plaça comunitària a la planta cinquena, amb l'objectiu d'aconseguir la màxima autosuficiència.

## Montjuïc, la muntanya de la ciutat

Estanislau Roca i Blanch

Dr. Arquitecte, cap de secció del Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori de la Universitat Politècnica de Catalunya.

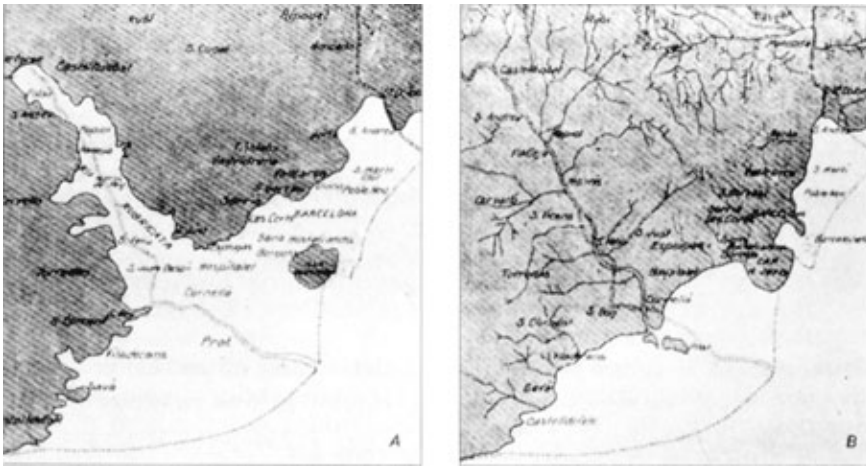
Premi Lluís Domènech i Muntaner 1996 de l'Institut d'Estudis Catalans.

La muntanya de Montjuïc ha marcat la història de Barcelona i la seva dependència ha canviat des de la nit dels temps fins als nostres dies, passant per àlgids moments d'apropament i per tenses situacions de rebuig fins al punt d'arribar a un odi intens.

Des del punt de vista geològic, la dependència de la ciutat és absoluta. La història ens diu que un enfonsament de la zona del litoral al començament del miocè, fa milions d'anys, va fer que el mar envaís les parts baixes de la franja costanera. Posteriorment, altres moviments produïren un aixecament tectònic que va conformar la muntanya de Montjuïc i, al final del període terciari, una altra transgressió del mar la va convertir en un illot.

Els sediments quaternaris dels materials provinents de les erosions i transportats pels torrents i les rieres que baixaven de Collserola, molts dels quals es perden actualment en el subsòl de Barcelona, així com els aportats pels rius, són arrossegats sistemàticament per un corrent marí en el sentit predominant de llevant a ponent que caracteritza la dinàmica del nostre litoral i es van dipositant en el fons. El perfil de la costa varia i guanya cada vegada més espai al mar. D'aquesta manera, es va formant el pla de Barcelona i podríem dir que l'illa *monjòvica* o de Montjuïc, per la seva situació, ajuda a retenir els sediments i consolida el gran «solar» de Barcelona.

La muntanya, per la riquesa geològica de les capes silicificades que formen roques sorrenques, compactes i dures, constituint conglomerats, és explotada massivament en una munió de pedreres des dels ibers i els romans fins al 1957, any en què s'atura de cop l'extracció massiva de la pedra. Montjuïc i les seves pedreres d'incomparable qualitat han estat lligades a la història de la ciutat que ha nascut i crescut als seus peus.



Límits entre mar i terra al voltant de Barcelona a partir de finals del període miocè, segons Faura i Sans (1917) inspirat en Almera (1899).

A. Illa Montjòvica i la ria Rubricata.

B. Cap del Mont-jovis durant l'època quaternària.

Una de les referències de Montjuïc més antigues, el vell manuscrit del jesuïta Pere Gil, cap al 1600, ens diu: «La montanya de Mont Juich junt a Barcelona es de consideració per averse edificada della tota Barcelona. Diuen que la pedra creyx en ella: y que se a treta mes pedra della que no pujaria tota la dita montanya. Les moles della van per tot lo mon.»

Verdaguer cita Montjuïc com la mare orgullosa de la seva filla Barcelona, que li extreu roques per a la construcció dels seus edificis:

«I al veure que traus sempre rocam de ses entranyes  
per tos casals, que creixen com arbres amb saó,  
apar que diga a l'ona i al cel i a les muntanyes:  
Mirau-la, os de mos ossos, s'es feta gran com jo!»

Barcelona ha emprat la pedra de color grisenc i de tons groguencs i rosats de Montjuïc per bastir les muralles, les cases i els edificis necessaris per a la defensa, el resguard i el culte.

La catedral de Barcelona, el Saló del Tinell (que va ser el palau dels reis d'Aragó), la Llotja de Mar, les esglésies de Sant Pau del Camp, Santa Maria del Mar i la del Pi, l'antic Hospital de la Santa Creu i la Casa de l'Ardiaca foren edificats amb gres o roca sorrenca de Montjuïc.

El temple de la Sagrada Família, els edificis de la Universitat, del Seminari, del Palau de Justícia, de Duanes, de Correus, de l'Ajuntament i del Palau de la Generalitat, del Parlament de Catalunya i de l'Hospital de Sant Pau, són altres testimoniatges d'una inacabable relació d'edificis públics bastits amb pedra de Montjuïc. Abans que es generalitzés la utilització del totxo a gran escala i l'adopció de les pedres artificials, la pedra de raig de Montjuïc va ser l'element bàsic de la construcció en la formació de l'Eixample de Barcelona. Fins i tot quan es va deixar d'emprar, durant força anys encara es va disposar amb pedra de Montjuïc la part més baixa de la façana dels edificis.

De la pedra de Montjuïc, se n'esculpien moles que eren molt apreciades arreu de l'Estat i a fora. Va ser tan important el treball de les moles, que el qualificatiu de molers es va estendre a tots els treballadors de les pedreres. Cal fer referència a les qualitats de les moles catalanes, que és com es coneixien les de Montjuïc. Es comportaven millor que les d'altres materials més durs com ara el granit, atesa la seva rugositat permanent, en contra dels altres materials, en què, a base de rodar i moldre, la seva superfície es tornava llisa i calia tornar-li la rugositat mitjançant un procés laboriós. Arquitectes i escultors d'arreu han emprat la pedra de Montjuïc i n'han valorat les virtuts en els seus edificis, els monuments i les escultures.

La supervisió de l'explotació de les pedreres anava a cura dels militars que tenien el control del castell i les zones polèmiques dictades per les ordenances militars de Carles III i modificades més tard. Es tractava d'un control exhaustiu i sovint es vulnerava l'extracció i els límits autoritzats i un dels llocs on més es va produir això és precisament a la pedrera del Morrot, que fins i tot l'Ajuntament continuava explotant fins a límits perillosos, fet que provocava la caiguda de pedres sobre la carretera de Can Tunis. *«L'extracció abusiva de pedra va motivar una Reial Ordre del Ministeri de Guerra, el 1896, per la qual es prohibia l'extracció de pedra –sense importar el propietari– a tota la falda oriental de Miramar fins al cementiri pel perill d'enfonsaments»*. Caixes de la Comandància d'Enginyers. Arxiu de la Corona d'Aragó.

A més, sovint, de les capes toves situades entre diferents estrats de gres, se n'extreia la coneguda «terra d'escudelles» que es venia al mercat i es feia servir per netejar paelles, olles, cassoles i altres estris de casa.

Un dels mètodes d'extracció de pedra més emprats a Montjuïc era el conegut com a «rampell i enderroc». Antoni Rovira i Rabassa el distingeix dels altres tres que es coneixen: «a cel obert», «galeries subterrànies» i «per pous». El mètode de rampell i enderroc consistia a perforar, a la part inferior del front del rocam o part de la muntanya que es volia

explotar, amb una sèrie de galeries d'una altura aproximada d'1,80 m. Així, en mancar el suport natural, la massa superior gravitava de tal manera que s'anava desprendent de la roca mare, girava a l'entorn de les línies d'unió, es balancejava, queia i es trencava en la topada en infinitat de fragments, que eren subdividits, a la vegada, mitjançant tascons, pics, maces i explosius. En ocasions s'instal·laven les màquines matxadores per trossejar el material i obtenir-ne graves per a la construcció.



Planta del gran enderroc pel mètode simple.

L'operació per la qual es materialitzava el «gran enderroc pel mètode simple» consistia a obrir una sèrie de galeries en direcció perpendicular al costat de la muntanya i a la base del rocam. Quan era possible, s'aprofitava una capa més tova del tall estratigràfic (argiles) i s'excavaven a pic i pala totes les galeries de secció aparentment quadrada a la mateixa fondària, i a continuació es procedia a establir una altra galeria interior perpendicular a les primeres i que, per tant, les comunicava entre si. Amb aquesta operació quedaven definits una sèrie de pilars entre les galeries perpendiculars. Aquests pilars constituïen l'única base de suport de la part superior. Després es procedia a l'enderroc de cadascun dels suports i, a mesura que s'anaven desmuntant, anava cedint lentament el rocam i s'iniciava l'ensulsiada. Per tal d'evitar accidents, hi havia permanentment un vigilant a la part exterior de la pedrera, el qual amb molta atenció examinava amb els més mínims detalls el moviment inicial de la massa, mitjançant l'observació visual o amb la utilització constant d'una plomada per assegurar-se de la immobilitat o diferència amb l'angle primitiu que formava el penya-segat amb la línia vertical, i, quan arribava el moment oportú, ràpidament alertava els treballadors, que es retiraven de seguida.

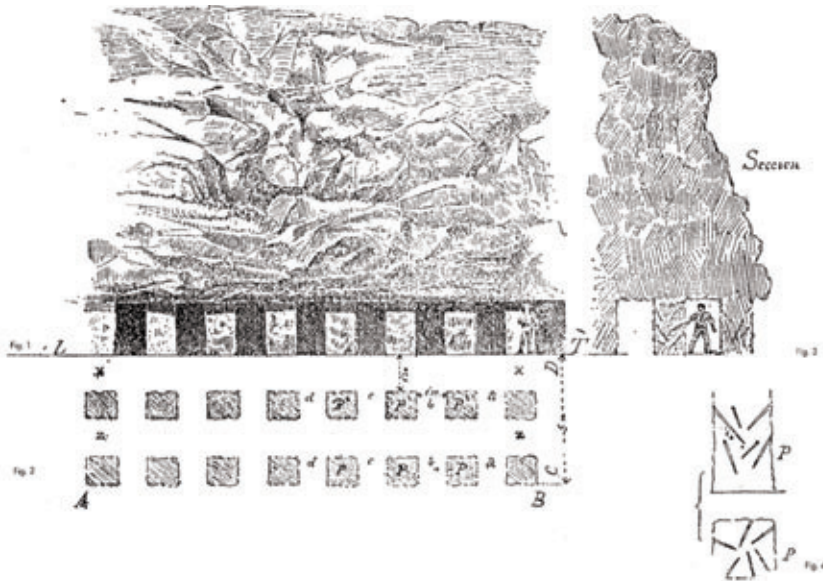


Aquest mètode d'enderroc, genèric a Barcelona, era semblant a l'emprat a Carrara. D'altra banda, a les pedreres més importants, com la Serafina, que és on actualment hi ha el complex esportiu La Bàscula, a llevant del carrer del Foc, s'emprà el mètode a escala més gran, amb resultats més profitosos pel que fa a la quantitat de despreniment i es tardava menys temps per extreure la mateixa quantitat de pedra.

Val a dir que, en la major part dels casos, amb aquest sistema es podia obtenir pedra de massa més gran. A la il·lustració adjunta, la figura 1 representa una projecció vertical o alçat de la muntanya; la figura 2, la secció en planta, i la figura 3, la secció transversal. Suposant que es tractés d'una explotació en què la longitud fos AB i la fondària CD, que normalment era de 5 m, es començava obrint les galeries a, b, c, d, e... en direcció aproximada a la perpendicular de la línia AB. Eren uns passatges d'una llum d'un metre més o menys d'ample per l'esmentada llargària de 5 m. Una vegada construïdes aquestes galeries, s'obrien perpendicularment des dels laterals passatges d'1,20 m, resultant les galeries X i Z.<sup>1</sup> De l'esmentada perforació, en resultaria una sèrie de pilars aïllats, els uns en primera línia, els P, i els altres, els P', en segona línia. El conjunt de pilars constituïen el suport d'una gran massa de muntanya de vint a trenta metres d'altura (que de vegades se superaven), que es tractava d'enderrocar per a la seva explotació. L'altura de les galeries acostumava a ser d'1,80 m. Amb tot, era una gran mina i per eliminar els pilars s'obrien en cada unitat sis o set passos de barrobí d'una profunditat d'1,20 m i es col·locaven a cadascun uns set cartutxos de dinamita d'uns 700 grams.<sup>2</sup> Un senyal, que normalment era el so d'un corn, servia per alertar simultàniament la gent que pogués passar a prop de la pedrera i per avisar els obrers que encenien les metxes i provocaven l'explosió; queien els pilars, el gran rocam es balancejava, s'esquerdava, crui-xia com si intentés resistir-se a la separació de la massa general, i queia finalment pel precipici i es fraccionava en grans trossos.

<sup>1</sup> En alguna pedrera, aquesta mida era superior per tal de permetre entrar els carros per treure el material excavat.

<sup>2</sup> En els treballs de gran escala també s'emprava en ocasions l'electricitat per a l'explotació. Aquest procediment l'utilitzà per primera vegada l'enginyer anglès Robert, l'any 1842, mitjançant un artefacte que ell mateix havia inventat, al qual havia aplicat la pila de Daniell perfeccionada. Més endavant es va millorar amb un altre dispositiu de composició i manipulació molt més senzill, ideat pel constructor austríac Mahlen A. Eschenbach.



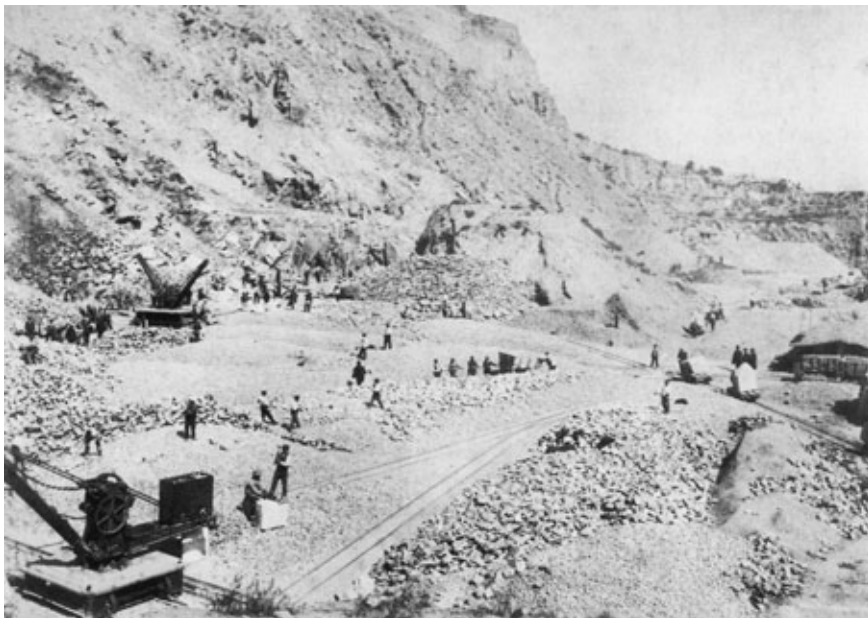
Planta, alçat i secció del sistema d'exploració de la pedrera Serafina. Mètode del gran enderroc a escala gran.

Una vegada obtinguda la pedra en blocs, ja a peu de pedrera, els picapedrers la classificaven en diferents mides i s'utilitzaven altres barrobins, matxucadores<sup>3</sup> o piconadores per obtenir-ne trossos més petits.

Per al transport del material, sovint es feien servir carruatges de tracció animal, com passava a les pedreres de l'Esperó, Moragas i del Marbre. Segons Carlos Salmeron,<sup>4</sup> a la pedrera Safont, que va ser d'on es va treure la major part de la pedra per a la construcció del temple de la Sagrada Família, s'hi va instal·lar una via ampla, per on circulaven dos vagons grua, i a les pedreres Serafina i del Sot, s'hi instal·là una xarxa de ferrocarrils de via de 600 mm d'amplària per dur a terme els transports entre el front d'atac i la matxucadora. La xarxa de la pedrera del Sot era més complexa, ja que disposava d'un pla inclinat que permetia fer pujar vagonetes fins a la part superior de la planta matxucadora. La gran extensió de la xarxa va obligar a utilitzar mitjans de tracció mecànica, encara que algunes maniobres es realitzaven amb tracció animal.

<sup>3</sup> Des de molt antic es diferenciaven tres professions: els molers, els arrencadors de pedra i els picapedrers. Els molers estaven especialitzats en l'obtenció de moles molineres i les que es feien servir per esmolar instruments de treball.

<sup>4</sup> Història dels ferrocarrils de Barcelona. Col·lecció Els trens de Catalunya, 1990.



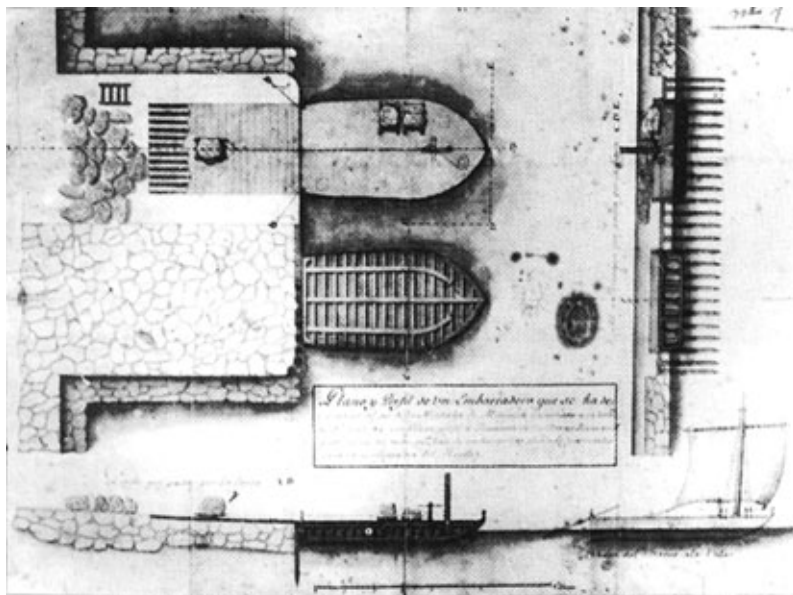
Aspecte de la pedrera de l'Esperó l'any 1888 (Audouard, IMHB).



Dibuix de carro bolquet construït als tallers de FOCSA cap al 1900. La seva propietat de bascular el feia adequat per al transport de grava, sorra, terra i pedra. Com que era més petit i manejable, resultava molt adequat per moure's per dins de les pedreres i per retirar la terra dels enderros i la pedra menuda. FOCSA tenia uns 20 bolquets d'aquest tipus, que estaven sempre a les pedreres. Es van fer servir fins que es deixà l'exploració de les pedreres.

El parc de material de motor i mòbil era bastant ampli: el formaven dues locomotores i algunes desenes de vagonetes. Les locomotores tenien un disseny molt primitiu i anaven equipades amb un motor de combustió interna. Eren de dos eixos i constaven d'un petit bastidor sobre el qual s'instal·lava el lloc de conducció i la gran caixa que contenia el motor de gasolina.

També es van idear màquines especials per a la càrrega i el transport de les pedres per mar amb embarcacions especials, com suposadament van emprar els romans per portar la pedra des de migdia de la muntanya fins al Tàber, on en època dels romans, el mar hi arribava a la seva vora.



Per a la càrrega i descàrrega de la pedra que s'havia de transportar per mar, s'idearen artefactes especials com l'embarcació que es mostra a la il·lustració. Els romans degueren utilitzar un sistema semblant per portar la pedra des del vessant sud-ponent de Montjuïc fins al Tàber. Foto IMH i ACM.

Montjuïc, al final del segle XIX, ens apareix com una gran pedrera, foradat per tot arreu, com si fos un gran formatge emmental. Aquest accidentat relleu va condicionar els plans i projectes que es van fer després.

Deixant de banda la dependència geològica i material de la ciutat amb Montjuïc, em permeto presentar breument com s'ha produït la presència humana a la muntanya al llarg de la història.

La singularitat de la muntanya, com a símbol de relació primera entre el cel i la terra, així com per les seves condicions de defensa, les panoràmiques i el domini territorial, va afavorir que a Montjuïc hi hagués presència humana ben aviat. Els ibers van formar els primers assentaments importants dels quals es té constància.

Agustí Duran i Sampere ens explica que fins al 218 la civilització ibèrica s'havia desenvolupat com una societat independent, que havia rebut moltes influències forasteres, derivades del contacte amb els pobles de nivell i cultura superiors: els grecs i els fenicis cartaginesos. Arriba a concloure, després d'una exposició de la diferent sort que van córrer els poblats ibèrics, que els de Montjuïc van ser uns dels que van continuar, tot convertint-se en ciutat romana.

Aquesta va ser la destinació del poblament indígena de Montjuïc, que va donar lloc a la ciutat romana anterior a la del Tàber. Després, cal suposar que, a causa de les dificultats per establir el comerç a la muntanya i dels problemes de comunicació i el transport per l'accidentat relleu, es va bastir la ciutat romana a la plana, la qual va caldre emmurallar per raons de defensa.

Arriben a coexistir dues Barcelones, la de Montjuïc o dels laietans i la Bàrcino del Tàber. La ciutat de la part baixa es va consolidant mentre a poc a poc s'abandona Montjuïc.

### Necròpoli jueva

La muntanya servirà de necròpoli jueva; d'aquí una de les teories més convincents pel que fa a l'origen del nom de Montjuïc. «Mont dels Jueus, Mont Judaic o Mons Jueus». També hi ha constància de l'aprofitament agrícola de la muntanya: vinyes, oliveres, figueres, hortes i boscos són referenciats en el *Liber Antiquitatum Sedis Barchinone*.

Ahora, la devoció popular hi va bastir capelles i ermites per al culte cristià situades a l'entorn de la cornisa que mira Barcelona. Sant Bertran, Sant Fruitós, Sant Julià, Sant Ferriol i Santa Madrona es trobaven a una còmoda distància dels portals de la ciutat emmurallada.

Els primers gravats de Barcelona van ser dibuixats des d'aquesta estratègica posició, a mig vessant de la muntanya, des d'on s'obrien les millors perspectives de la ciutat. D'altra banda, en els gravats de Barcelona fets des de la plana, sovint es representava Montjuïc en proporció exagerada perquè, suposadament, la seva presència resultava un element indispensable i contundent per a la identificació de la ciutat.

La relació ciutat-muntanya tindrà un punt d'inflexió des de mitjan segle XVII, coincidint amb la presència del poder de Madrid al castell, i es traduirà en un menyspreu i/o desafiament de la ciutat envers la muntanya que durarà segles.

Paradoxalment la primera fortificació del castell era quadrangular a l'entorn de la torre del guaita, l'havien bastit els catalans en només vint dies i en ocasió d'un alçament contra Felip IV i, més tard, el 1641, la

fortificació va servir per aturar les tropes castellanques liderades pel marquès de los Vélez. Però no va passar gaire temps després de la guerra dels Segadors que la ciutat va perdre els seus privilegis militars i les fortificacions passaren a dependre de la Corona d'Espanya, que va fortificar el castell amb un projecte de Juan Martín Cermeño a l'estil Vauban, fent-lo inexpugnable.

És significativa la citació que trobem en el llibre *Memorias políticas y de guerra*, de Manuel Azaña, en comentar entre les poques referències anteriors que li arriben de Montjuïc i Barcelona: «*La torpeza del artículo me pone de mal humor. Estas gentes son de las que no sabían adoptar en las cuestiones de Cataluña otra receta que la de aquel bruto: ¡Que escupa Montjuïc! Con tanta falta de talento y de sensibilidad solían acometerse en España los asuntos más delicados y complejos. Y ahora, en vez de ayudar, cocean*».

La ciutat respon negativament a la muntanya maleïda, la fa servir d'abocador i emplena amb escombraries els forats de les pedreres. Una munió de barraques per acollir la immigració, el gran cementiri que mira a migdia i equipaments mal posats són altres testimonis d'aquesta actitud de rebuig.



El vessant sud de Montjuïc (a la imatge, als anys seixanta) era desconegut per a la majoria dels ciutadans. Durant molt de temps es va caracteritzar per la presència d'abocadors a les antigues pedreres i per l'assentament d'una gran ciutat de barraques (a dalt).

És el Montjuïc dels malendreços, tot coincidint amb les etapes fosques de la nostra desgraciada història política i la pèrdua de les nostres llibertats.

No és estrany que revistes republicanes contínuament es refereixin a la tensió que hi ha envers el castell des d'on Espartero, Rodil i Prim bombardejaran a tort i a dret la ciutat.<sup>5</sup> Un castell que veu com les forces de la reacció afusellen, el 13 d'octubre de 1909, el pare de l'Escola Moderna, Francesc Ferrer i Guàrdia, i el nostre president Lluís Companys i Jover el 15 d'octubre de 1940.



Vista de la Barcelona bombardejada el 1842 (Atles de Barcelona). És la primera vegada que apareix una il·lustració d'un bombardeig a la ciutat des del castell de Montjuïc.

Recordo una il·lustració de la revista *L'Esquella de la Torratxa* molt representativa del que dic, amb un home que està mirant la muntanya des de la ciutat, tot amenaçant el castell amb el puny clos.

<sup>5</sup> Si revisem les Ordenances Militars del 1768 i les Reials Ordres dictades al final del segle XVIII i començament del segle XIX, que creen i regulen les zones militars, podrem comprovar que, per l'abast eficaç de l'artilleria, que anava variant segons els avenços amb la tecnologia militar de l'època, des del castell no es podia bombardejar amb precisió la ciutat (del castell a la part més pròxima de la ciutat hi havia 1.250 m). Posteriorment, el 1840, el baró suec Wahredorff va inventar el canó d'ànima ratllada i projectil cilíndric, per la qual cosa i per la millora substantiva que s'estableix amb la utilització de la pólvora negra en comptes de la blanca i la càrrega per la culata, es permet passar de l'abast eficaç amb precisió del canó amb ànima llisa i projectil de bola establert en uns 550 m, al nou abast amb precisió de 1.830 m. A partir del 1850, els militars espanyols, davant d'aquest nou invent, es van començar a qüestionar els baluards i les muralles, ja que amb la trajectòria precisa i de cara a la defensa se'n podia prescindir. El nou canó es va introduir a l'estat espanyol a mitjan segle XIX. Per tant, Espartero el 1842 no va bombardejar la ciutat amb precisió.

Durant el llarg període d'ocupació militar, i aprofitant seqüències de pau relativa, les masses populars s'acosten a la muntanya. L'activitat agrícola de les hortes de Sant Bertran s'estira cap als costers de Montjuïc i la gent aprofita els dies festius per aplegar-se a l'entorn de les principals fonts: la del Geperut, la de Tres Pins, la d'en Pessetes, la Font del Gat i la Font Trobada. Sovint, al costat de les fonts hi havia típics berenadors i pistes de ball de patacada. Així, Montjuïc es consolida com la muntanya mesocràtica, la muntanya de tothom o de les classes mitjanes i populars, mentre que el Tibidabo serà la muntanya aristocràtica.

### L'Exposició del 1929

L'apropament urbanístic de Barcelona i Montjuïc, però, no comença fins al principi del segle xx, amb l'impuls cosmopolita que imprimeix Francesc Cambó coincidint amb el projecte de les exposicions de les Indústries Elèctriques,<sup>6</sup> que finalment conclou amb la magna obra de l'Exposició Internacional del 1929, la qual representa la primera reconquesta de la muntanya per part de la ciutat. Els arquitectes Josep Puig i Cadafalch en l'ordenació, Josep Amargós en la gestió i Jean-Claude Nicolàs Forestier en els jardins seran les claus d'aquesta primera reconquesta de Montjuïc, fruit de la qual s'aclearix el principal accés pel portal de la plaça d'Espanya a través de l'eix monumental de l'avinguda de Maria Cristina. El passeig «K» (avingudes del Marquès de Comillas, de l'Estadi i de Miramar) projectat per Amargós, permetrà connectar la Secció Espanyola, situada a la part baixa, la Secció de les Indústries Elèctriques, situada a la gran esplanada, avui ocupada per l'Anella Olímpica, i la Secció Marítima de Miramar.

<sup>6</sup> La presència militar al cim va ser com una espasa de Dàmocles per a la ciutat, que se sentia vigilada des del castell de Montjuïc. Però hem de reconèixer també que el control dels militars va impedir que s'urbanitzés la muntanya i s'hi edificués, tot frenant les pressions especulatives dels propietaris del sòl fins que el 16 de juliol de 1914 es va aprovar la Llei que la va declarar d'utilitat pública i va permetre a l'Ajuntament accelerar l'adquisició dels terrenys a baix preu.





Els jardins envaeixen la muntanya i ofeguen el monstre. L'Esquella de la Torratxa, 30 de març de 1934.

Els jardins de Forestier representen un canvi significatiu en la concepció de Montjuïc, per tal com trenquen amb l'ideari de la jardineria catalana. Després de l'Exposició del 1929, l'aposta per la conjunció urbanística de Barcelona i la seva muntanya s'atura de cop. Des de la postguerra fins a l'entrada de la democràcia, només es fan tres jardins, els dels tres poetes, Jacint Verdaguer, Costa i Llobera i Joan Maragall, així com el Mirador de l'Alcalde.

Els jardins, el Parc d'Atraccions, el Poble Espanyol, les 24 hores, les proves automobilístiques de la Penya del Rhin, després la Fórmula 1, alguns museus i la reutilització de vells pavellons amb altres de nous per acollir els certàmens de la Fira de Barcelona i poques coses més són els escadussers recursos que té la muntanya per atreure els ciutadans en

aquesta etapa grisa de la qual només destacaria la construcció de la paradigmàtica Fundació Miró o Centre d'Estudis d'Art Contemporani, tal com volia anomenar-la Joan Miró per fugir del tòpic i críptic nom de museu. Ell, amb qui vaig tenir el goig de parlar en diverses ocasions, em deia que el que s'havia de fer era un espai viu que dinamitzés la promoció de l'art contemporani. La Fundació Miró ha imprès, sense cap mena de dubte, un important vincle cultural amb la ciutat i un fort magnetisme a la muntanya.

A partir del primer Ajuntament de la restablerta democràcia es va forjant la segona reconquesta, que es materialitza gràcies a la nominació de Barcelona com a seu dels Jocs Olímpics del 1992, fruit de la qual es produeix la gran transformació urbanística de Montjuïc amb un plantejament global. Es reformen les connexions viàries i es facilita la pujada a l'Anella Olímpica a través d'un seguit d'escales mecàniques integrades en el parc. S'enceta la urbanització del desconegut vessant de migdia, abans ocupat per les escombraries i les barraques. Barcelona aconsegueix fer més seva la muntanya i Montjuïc és cada vegada més a prop de la ciutat.

Si bé la transformació arran dels Jocs Olímpics ha representat la segona reconquesta de la muntanya per part de la ciutat, està pendent la tercera reconquesta, la qual ha de ser la definitiva amb una conjunció urbanística total. Així, l'Ajuntament ja fa uns deu anys va posar en marxa, a través d'un centre gestor, el projecte de convertir Montjuïc en un parc central equipat de Barcelona, amb una millora dels accessos, potenciant el transport públic i limitant el trànsit rodat, tot refent l'excessiu ample dels vials, renaturalitzant la muntanya i fent-la més accessible per al viant. Es plantejava ordenar el paisatge i les connexions amb els barris de la ciutat situats a banda i banda de la muntanya i definir-la en tres estrats ordenats de baix a dalt com el parc de la cultura, de l'esport i de la natura, amb actuacions en curs i altres de programades amb una modèlica visió sostenibilista i mediambiental. En fi, esperem que Montjuïc es consolidi com un gran parc central de la ciutat!

## Barcelona, perifèria cubista: la integració de Nou Barris

Carme Fiol, arquitecta

El districte de Nou Barris el formen catorze barris (sembla un acudit). Aquests són Can Peguera, Canyelles, Ciutat Meridiana, Guineueta, Porta, Prosperitat, Roquetes, Torre del Baró, Torre Llobeta, Trinitat Nova, Turó de la Peira, Vallbona, Verdum i Vilapicina. Aquesta incoherència del nom s'explica perquè la denominació de Nou Barris va ser proposada per la primera associació de veïns de la zona, als anys setanta, i només va tenir en compte nou barris; però els cinc restants també en formen part per la seva relació geogràfica i social. Tots aquests barris havien sorgit, com bolets, cap als anys seixanta, una dècada prodigiosa en la qual es va construir massivament a Barcelona. I en aquesta zona de la ciutat es construï ràpid, sense planificació i sense un urbanisme coherent. Tot això va portar a una manca de connectivitat entre els barris acabats de sorgir, i entre ells i el centre de la ciutat. Així, no és estrany que ni tan sols estigués clar el nombre de barris que formaven part del districte, el qual, a més, tenia una gran extensió (8 km<sup>2</sup>) i una comunicació defectuosa entre les parts.

La construcció del segon cinturó de ronda (la Ronda de Dalt) va permetre la reorganització d'aquests barris i la seva dignificació física i social. Els catorze barris que actualment formen el districte, tot i que tenen un origen i una evolució diversa, configuren un dels districtes amb més personalitat de la ciutat, i alhora constitueixen un dels sectors de construcció més recent. Situats en els espais de la perifèria de la ciutat, aquests barris van créixer en el transcurs del segle XX tot deixant enrere el seu passat rural i incorporant-se progressivament a l'entramat urbà. Amb l'obertura de la Ronda de Dalt l'any 1992 aquesta zona va quedar connectada a la resta de la ciutat, de manera que quedaren enllaçades en només deu minuts en cotxe les zones benestants de Pedralbes i Sarrià amb el districte de Nou Barris, amb la plaça Karl Marx com a nus d'enllaç.

L'any 1997, d'acord amb la política de descentralització de l'Ajuntament de Barcelona que pretenia l'acostament dels centres de decisió als ciutadans, es consolidà la idea de crear un nou centre de districte entorn de l'antiga seu de l'Hospital Mental. La nova seu del districte se situaria a les restes de la construcció que quedaven de l'antic Institut Mental de la Santa Creu i Sant Pau planejat per Léon Jaussely l'any 1905. Aquest hospital havia estat un edifici enorme, d'estil neoclàssic, amb un llarg eix longitudinal d'est a oest (d'uns 500 m) i un eix transversal de nord a sud que, a través del seu enllaç amb l'avinguda Pi i Molist, connectava amb la ciutat. Ara, d'aquest monumental i extens edifici, només en quedava un mòdul i mig. Per la part est, diversos edificis i blocs d'habitatges mossegaven el claustre destruït. Al costat oest hi havia un edifici municipal d'estil corbusierà (el Fòrum de la Tecnologia). Més enllà, una mena de llac envoltat per un promontori artificial mig dissimulava unes edificacions anodines. Al nord, hi havia més habitatges recolzats en uns murs de contenció. Se'ns va demanar que planifiquéssim aquest espai per construir-hi un Parc Central, fent ressaltar el centre administratiu del nou ajuntament, i per organitzar els nous edificis públics i el sistema de carrers d'acord amb un nou objectiu de connectivitat. Què es podia fer amb el teixit urbà existent? Com omplir aquest espai amb un projecte amb significat? Com dignificar aquest pati de darrere de la ciutat?

Fins llavors, la zona havia estat un lloc inútil, on els veïns tenien por de passejar-hi i els nens de sortir-hi a jugar. Per tant, els canvis havien de ser radicals. Havíem d'augmentar l'accessibilitat, connectar carrers, reduir l'omnipresència d'edificis, obrir espais, crear simbolisme per tal que els habitants s'hi identifiquessin, deixar que l'espai respirés. Com relacionar els edificis amb els espais oberts? Com donar una continuïtat al projecte? Després de veure les pintures plenes de color i geometria de Picasso a Horta de Sant Joan, del 1909, en què les cases del poble es desintegren en el paisatge mitjançant diversos plans i perspectives, se'ns va ocórrer la resposta: replicar aquesta aproximació cubista al nou espai de Nou Barris. Això ens permetia crear una nova història a partir dels fragments d'edificis de què disposàvem (com les restes de l'antic Hospital Mental), dels diferents nivells del terreny, de les diferents pautes constructives, etc.

El projecte transformà un sector de setze hectàrees en un parc urbà que integra un conjunt d'equipaments cívics i culturals. Es reordenà tot l'àmbit amb l'objectiu d'afavorir les activitats a l'aire lliure, com passejar o gaudir dels jocs i els esports. Per tal d'acomplir-ho vam crear una gran zona de lleure fàcilment accessible en tota la seva superfície. Es va pro-

posar un paisatge extravertit, dinàmic i obert. Es va transformar l'estructura de l'antic hospital neoclàssic per aconseguir una comunicació fluida entre les parts. Així, es van eliminar les ales que obstruïen els itineraris, tot creant enllaços axials múltiples cap als carrers dels voltants. En lloc de plataformes separades per murs, vam disposar còmodes rampes per connectar diversos espais. Seguint la inspiració cubista, els paviments de diferents colors indicaven les diverses zones del parc i organitzaven els recorreguts. El paisatge cubista va emergir, doncs, a partir d'una organització de l'espai que incloïa l'establiment de superfícies triangulars planes o en pendent, amb costats triangulars formant talussos per salvar desnivells, i que, connectades entre si, permetien la creació d'una superfície contínua en facetes a través dels espais intersticials.

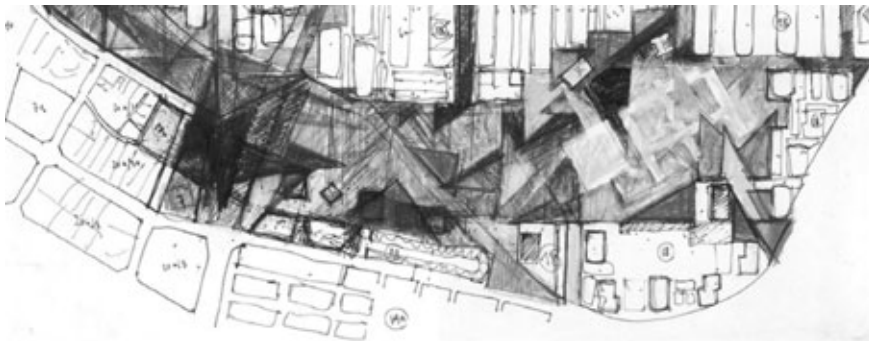
També es van construir estanys amb jocs d'aigua sincronitzats, alguns d'ells dotats de molls de fusta que permeten accedir al mig de l'estany. Es van construir una sèrie de pèrgoles de fusta laminada i fibra de vidre, que anomenem «palmes i diapasons» per proporcionar ombra, unificar el paisatge urbà i filtrar la presència dels edificis del voltant. Aquests elements s'han convertit en un símbol de Nou Barris, i han estat batejats pels veïns amb el nou nom de «*peinetas*». Les plantacions d'arbres del parc se sumen a l'estratègia d'elements verticals i donen un suport vegetal al nou paisatge. El nou espai obert es completa amb diferents aparcaments subterranis per als habitants del barri, situats sota el parc i sota els carrers adjacents.

El Parc Central de Nou Barris expressa la voluntat d'apropiació del carrer, de l'espai lliure, sense usar llenguatges monumentals, sinó amb la intenció de valorar allò que ja existeix. La ciutat real és la dels blocs, les moles edificades, el cinturó, els passatges, les pistes esportives, el parc, les torres, els murs. En la intervenció del projecte es tracta de donar continuïtat entre l'habitatge i l'espai públic emprant aquests elements dins del context cubista. L'arquitectura de la ciutat només s'experimenta trepitjant-la, recorrent-la, endinsant-s'hi, i és això el que us proposem: un passeig per Nou Barris.

## Propostes d'il·lustracions



Parc Central de Nou Barris, Barcelona. Arriola&Fiol arquitectes. Premi IULA 2007.



Croquis del Parc Central de Nou Barris, Carme Fiol, 1997.

## (Nous) usos i (nous) usuaris dels parcs

Enric Pol

Catedràtic de Psicologia Social i Ambiental

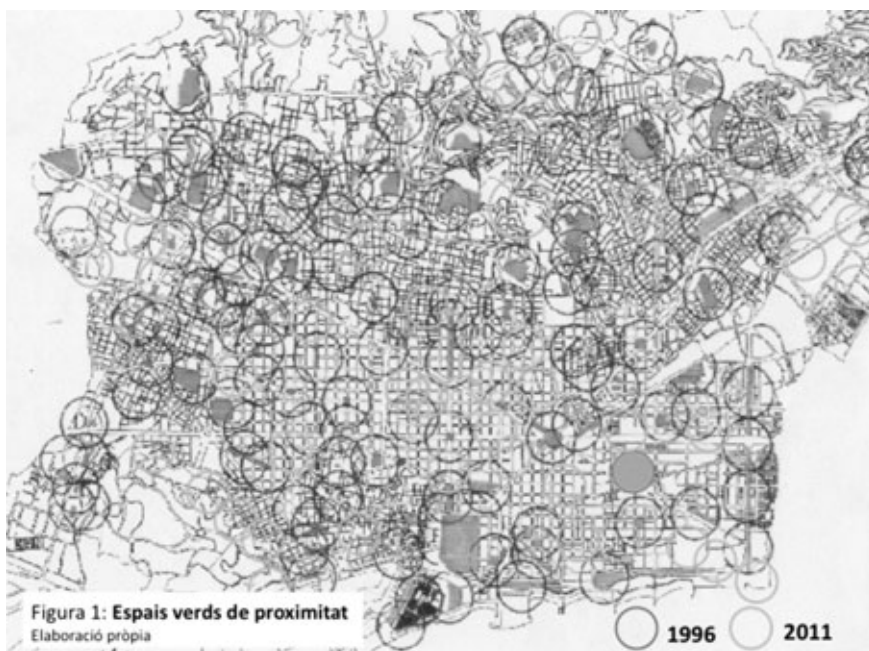
Universitat de Barcelona

Des de la psicologia ambiental considerem que l'entorn no és únicament físic ni solament social, sinó una combinació dels dos components en un espai físicosocial.

Així, avui us parlaré de l'entorn físic i social dels parcs de Barcelona.

Fa uns quinze anys em van demanar que participés en un debat de Parcs i Jardins de Barcelona. Això era en el moment en què les discussions per a la reconstrucció de Barcelona amb places toves o places dures encara eren fresques, i també es discutia sobre la conveniència dels parcs enfront dels jardins, de les places respecte dels patis tancats, de les rambles o els bulevards, etc. El nostre estudi volia mostrar que, malgrat el gran creixement del verd urbà a la ciutat (que havia passat de 2 a 18 m<sup>2</sup> per habitant), això no servia de res si no era útil als ciutadans. En aquest estudi vam identificar tots els punts verds de la ciutat i els vam cartografiar en un mapa bastant complet. Vam definir com a zona d'influència de la zona verda aquella àrea que queda delimitada per un radi de 250 m al voltant del centre del punt verd. Aquesta distància representa un temps de desplaçament de 5 a 8 minuts per arribar al parc. La nostra sorpresa fou que, en contra del que esperàvem, molt bona part de la superfície de Barcelona quedava coberta per l'àrea d'influència d'aquestes petites zones verdes. En vam dir «parcs de proximitat», ja que són zones de verd urbà d'ús quotidià, molt properes als habitants. En canvi, els grans parcs, més bonics i de gran extensió vegetal, queden lluny per a un ús diari i s'hi ha d'anar en una visita expressa i programada. He reelaborat, expressament per a avui, aquest estudi, i el resultat el teniu a la figura 1, amb una cobertura notablement millorada.

Un altre aspecte a tenir en compte és que quan parlem d'àrees verdes, en clau de sostenibilitat, a més de pensar en la part de «natura», hem de pensar en aspectes de manteniment, d'interacció ciutadana i de cohesió social. Al darrere hi ha una discussió sobre tipologia urbanísti-



ca i sobre elecció d'elements urbans. En els dos extrems del debat tindríem, d'una banda, les posicions favorables a una ciutat jardí sense espai públic i, de l'altra, una ciutat compacta repuntejada amb verd públic. Entremig hi hauria tots els sistemes possibles.

### Repàs històric de Barcelona

Totes les ciutats tenen una història que les ha configurades. En el cas de Barcelona, la ciutat prové de la unió dels pobles veïns que es van anar fent grans i es van anar connectant. Fa un parell de segles els pobles tenien el camp al costat; per tant, no hi havia una necessitat aparent d'espai verd i, a més, el temps social no considerava l'oci en el sentit d'ara. El pla Cerdà va organitzar la ciutat l'any 1859 (figura 2). El pla no tenia en compte grans parcs, tret del del Besòs, un parc parcialment encavalcat a l'actual de la Ciutadella, i poca cosa més, perquè en el pla Cerdà original tota la ciutat era plena de verd, en una convivència fantàstica entre espais lliures, zones verdes i zones habitacionals. Posteriorment, les classes dominants, amb un focus de visió curt i fortes ànsies especulatives, van convertir aquesta herència en el teixit tanca i altament densificat que tenim actualment a la ciutat. Però, també, a l'època del franquisme va sorgir amb força la reivindicació ciutada-



na de més espai lliure i verd urbà. La lluita dels ajuntaments democràtics fou la de replanificar les ciutats incorporant-hi totes les reserves d'espai verd possibles.



El pla Cerdà del 1859.

Actualment ens trobem amb el problema que els parcs de grans dimensions de Barcelona tenen una permeabilitat molt baixa. Fins fa poc a Montjuïc només es podia accedir per uns pocs punts concrets. Amb les accions de la darrera dècada s'ha aconseguit més permeabilitat i això permet un ús quotidià més profitós per als veïns dels barris que l'envolten, que hi vivien d'esquena. Ara, a més, es planteja el projecte de les Portes de Collserola.

La política de recuperació d'interiors d'illa a l'Eixample paradoxalment ha plantejat un problema que no s'havia previst: tenim ara massa espais públics? Un element fonamental per al bon funcionament dels espais públics és la massa crítica d'usuaris. Un espai sense usuaris es converteix en un espai socialment perillós. A finals dels anys vuitanta, des del Màster en Intervenció i Gestió Ambiental: Persona i Societat vam convidar el professor Roger Hart, de Nova York, per a diverses activitats. El títol d'una de les seves conferències fou «Por a anar al parc». El títol

ens va sorprendre, precisament en un moment en què encara estàvem reivindicant més parcs i espai públic. En aquells moments no enteníem com es podia parlar de por al parc, però ara comencem a comprendre-ho. Un parc o espai públic, sense una massa crítica de gent, fa basarda. És com es perceben els espais solitaris, foscos, degradats, amb pintades, amb vegetació que amaga racons, etc. Des de la psicologia sabem que la percepció de seguretat/inseguretat té a veure amb la percepció d'espais com a solitaris, mal il·luminats, bruts, etc. La sensació de tenir control visual és viscuda com a element de seguretat. Però això també depèn de les característiques de les persones, és a dir, dels usuaris.

### Quins són els usuaris dels parcs?

Hi ha molt poques dades sobre les característiques dels usuaris dels parcs de proximitat —o no les he sabut trobar—, però dispo de algunes dades d'estudis del meu grup a la Universitat (Grup de Recerca en Psicologia Social, Ambiental i Organitzacional), tot i que no són estadístiques formals.

Aquestes dades indiquen que, en dies feiners, de bon matí hi ha molt poc ús. A tot estirar, es veuen alguns passejants de gossos. Aquest ús respon a la necessitat de passejar el gos abans d'anar cap a la feina o a les tasques habituals, i el fet de portar un gos permet resoldre l'element de seguretat i control, ja que els usuaris porten una defensa pròpia. A migdia hi ha prevalença de gent gran, avis que prenen el sol i fan petar la xerrada. A mitja tarda, a la sortida de les escoles s'hi reuneixen els nens amb els seus pares, avis o cangurs. Al capvespre s'hi tornen a veure passejants de gossos, però a més ara també s'hi veuen grups d'adolescents.

Al cap de setmana el perfil és semblant, però amb la presència de nens amb els seus acompanyants a mig matí i amb l'aparició de col·lectius d'adults definits i assidus que tenen un comportament territorial molt ritualitzat.

Del Parc de Collserola disposem de dades estadístiques objectives sobre les visites, com, per exemple, l'edat i el gènere, els moments de les visites i el temps d'estada, els dies i horaris de la visita, i la seva freqüència. L'estadística mostra que hi ha un 8 % de visitants d'edats de 16 a 24 anys, un 43 % d'edats de 25 a 44 anys, un 34 % d'edats de 45 a 64 anys i un 15 % de més de 65 anys. Aquest és un perfil d'usuaris força diferent al de les visites dels parcs de proximitat als quals m'he referit abans.

Un altre estudi, del Consorci del parc de Collserola i de l'Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona, realitzat entre els anys

2007 i 2008, mostra els desplaçaments més habituals dins del parc. Els punts d'accés són molt limitats, i els trajectes principals van des de la perifèria (Barcelona, Sant Cugat, Cerdanyola) cap a punts de referència dins del parc (Tibidabo, Can Borrell, Can Coll).

Per tant, si ens plantejem la ciutat i les seves dinàmiques socials, hem de tenir en compte les zones verdes petites i properes, així com les més grans i llunyanes. Aquestes dues aproximacions complementen dues necessitats de les persones: d'una banda, les necessitats directes de la vida quotidiana, de repòs, desconnexió i relaxació que concerneixen principalment persones grans i nens i que satisfarien els parcs de proximitat. D'altra banda, una segona necessitat és de caire més ecològic i fa referència a proporcionar serveis ambientals, com l'aire més net, la regulació del clima, dotar unes vistes paisatgístiques i de l'horitzó, etc., unes funcions que compleixen els grans parcs però que els parcs petits no poden aportar.

Retornant a les tipologies urbanístiques, hem de tenir en compte, a més, les millores en l'espai públic que s'han fet en els darrers temps a la nostra ciutat, un espai públic que ara és de molta qualitat. Per exemple, he comprovat com es pot passejar de Pedralbes a Gràcia tota l'estona per zones de vianants o de regulació del límit de velocitat a 30 km/h. Són zones dotades d'arbres al carrer, de renovat valor estètic i estructura dissuasòria per als cotxes. Aquesta qualitat urbanística a la ciutat treu pressió a l'ús del parc.

### Què busquem en els parcs?

Entre les possibles respostes respecte al que busquem en els parcs, podem citar: l'esbarjo, la relaxació i desconnexió, una compensació de l'espai que no es té a casa, espai lliure, contacte amb el verd, vistes d'horitzons llargs, etc. Respecte d'aquest darrer punt, la gran diferència entre París i Londres és que a París es pot gaudir d'horitzons llargs, i això té un efecte relaxant, mentre que a Londres aquestes vistes amples no són freqüents. A Barcelona, la funció de vista llarga es pot trobar a les grans avingudes, en alguns parcs, com el de la Ciutadella o Montjuïc, però no la pot satisfer una zona d'interior d'illa.

Un altre aspecte que cal destacar és que els nostres parcs, especialment els més recents, no es caracteritzen per l'abundància de verd. I, en canvi, l'arbre és apreciat com a portador d'importants valors. Per exemple, l'arbre comunica solidesa, sobrietat, consolidació social. Alguns de vosaltres haureu vist que de vegades s'han substituït arbres i potser s'ha canviat un arbre de gran envergadura per un de jove, cosa que dona la sen-

sació que l'espai s'ha empobrit. David Lowenthal diu que el paisatge no és a l'abast dels qui viuen en un lloc, sinó dels qui el visiten, ja que l'hàbit d'ús fa que ens acostumem als elements presents i ja no ens hi fixem, ens passen desapercebuts. Pel que fa als arbres, ens n'adonem quan ja no els veiem, quan els tallen i hi ha un canvi substancial. Els arbres compleixen la paradoxa que «apareixen quan desapareixen».

De tota manera, un estudi de l'any 2004 sobre la percepció dels ciutadans respecte de l'arbrat a Barcelona va ressaltar alguns problemes. Els ciutadans van considerar que es podien fer millors en els escocells, en la relació dels arbres amb el trànsit, i van fer notar la interferència entre la vegetació i l'enllumenat en nombroses ocasions (Bonet *et al.*, 2009). Alguns d'aquests problemes s'han anat solucionant, canviant formes d'esporgar els arbres i canviant les tipologies de fanals. Però això no treu el paper fonamental de l'arbre, que unifica la imatge d'espais diferents, a l'ensem que harmonitza i dignifica entorns de baixa qualitat estètica.

Les teories psicològiques que s'han ocupat de les qualitats restauradores dels entorns associen aquestes qualitats a aspectes com la relaxació, la desconexió de la vida quotidiana, l'oblit de preocupacions personals o el fet de crear un clima favorable a la reflexió en assumptes personals. Tots ells són aspectes vinculats a la identitat i la preferència personal (Pol, 2008). Alguns estudis, com recull Corraliza (2010), proposen que els boscos de coníferes i la tundra són percebuts com més agradables i restauradors que les zones àrides i les àrees amb gespa. Al nostre país, els modernistes del principi del segle XX, en diferents articles a la revista *L'Eco de Sitges* es queixaven perquè el nostre clima mediterrani no afavoria l'existència de parcs frondosos i extensos com els del centre d'Europa.

En parlar de preferències estem parlant de paisatge. Però el paisatge no és un concepte simple ni unívoc. Arquitectes, urbanistes, biòlegs, geògrafs, psicòlegs aborden el tema de la percepció del paisatge des de perspectives diferents. Utilitzen el mateix terme per referir-se a realitats diferents, i aquí ens endinsem en un tema filosòfic important que queda fora de l'abast d'aquesta conferència: si el que percebem és la realitat objectiva o no. A més, hi ha altres tipus de filtres que són de tipus cultural, vinculats a l'aprenentatge, a la familiaritat, a l'experiència del lloc i a la fantasia i la desitjabilitat social. La desitjabilitat social es pot definir com el que socialment voldríem tenir i cap on volem avançar per aconseguir-ho.

La bibliografia que ens parla de qualitats restauradores fa referència als paisatges naturals, però també es refereix al que s'anomena «entorns

preferits». L'experiència restauradora té a veure amb elements d'autoregulació emocional de la persona, amb elements d'identitat i d'identitat de lloc. I això ens porta a un concepte que en psicologia ambiental és molt important: les persones es construeixen una identitat que té una part de característiques individuals i personals, però una altra part gens menyspreable està formada per aspectes socioambientals. Si analitzem els paisatges que a una persona li resulten tranquil·litzants o angoixants ens adonem de la no-uniformitat dels gustos i, fins i tot, podem trobar-nos amb preferències totalment contraposades. Aquí, hi té un paper important l'aprenentatge: el qui està habituat a una tipologia de paisatge tendeix a valorar més aquell tipus de paisatge encara que no tingui bona valoració social. La familiaritat importa molt.

### El marc interpretatiu de referència

Per conèixer millor les preferències dels ciutadans hem fet un estudi amb els nostres estudiants. L'exercici consistia a analitzar dos espais, el Parc de Can Sabaté, que té una aparença bonica i amb un verd esponerós, i La Capa, un interior d'illa, tipus plaça dura, que té una aspecte força malmès i deplorable. Els dos espais es troben només a uns 300 m l'un de l'altre i, malgrat això, l'estat de conservació i l'aspecte dels dos llocs no poden ser més diferents. Ens preguntem: per què aquestes diferències? Possibles respostes apuntarien als elements constructius i a una major o menor presència de verd en un dels espais, verd que atrauria un tipus de gent mentre que la plaça més dura no els seria agradable. En realitat, la resposta va per altres camins: probablement el jardí de Can Sabaté agrada més perquè es tracta d'un disseny participatiu on han intervingut de manera decisiva els seus veïns. El projecte d'aquest parc es va desenvolupar amb un sentiment d'apropiació per part dels veïns. Aquesta percepció de pertinença per part del col·lectiu del barri fa que hi hagi un control social notable i en conseqüència el parc es conserva molt bé. Una de les lluites importants de les ciutats és contra l'alienació de l'espai públic. El procés participatiu genera un sentiment d'identificació, condueix a una transformació d'un lloc i a la identificació simbòlica amb el resultat de l'acció. Genera el sentiment de «cosa meva», i això comporta una vinculació amb el resultat de l'acció. Fer-ho nostre és també deixar-hi la nostra empremta. Es pot relacionar això amb el fet pel qual a partir dels processos d'apropiació dotem d'un significat positiu aquell lloc i, per tant, li donem un simbolisme. Això, finalment, genera identitat social i constitueix un element bàsic de la vertebració social de la comunitat.

Per posar un exemple, en un estudi que vam fer en vuit ciutats (quatre d'Europa i quatre de llatinoamericanes) vam usar els mètodes més ortodoxos possibles per veure si hi havia més propensió a la sostenibilitat en unes o altres localitats (CIS, 2002). Vam trobar que allí on hi havia més identificació i més apropiació del lloc hi havia més propensió a la sostenibilitat. Allí on hi ha sentiment de pertinença, els elements de sostenibilitat passen a ser distintius de la comunitat.

Pensaríem, doncs, que la clau de volta és la identitat, la cohesió social com el fonament principal per obtenir uns parcs magníficament cuidats i protegits. Compte! La identitat, la cerca d'una certa homogeneïtat és còmoda, és la llei del mínim esforç, però un excés d'homogeneïtat porta al gueto, i un gueto és una unitat d'exclusió. A la ciutat tenim guetos, barris reclosos dins de si mateixos. El gueto pot ser un bon espai d'acollida per a alguns moments de la persona, però com a espai social homogeni deixa de funcionar per a la integració quan es donen diferències culturals, socioeconòmiques o ètniques massa radicals.

L'existència de guetos podria portar a les antípodes de la integració social. Un gueto crea fòbia a qualsevol cosa que sigui diferent tant per als de dins com per als de fora, i el fet de no assimilar la diferència produeix una temible sensació d'inseguretat. Això és el que trobem en alguns parcs, com els de Joan Miró, Pegaso i l'Estació del Nord. En aquests parcs hem desenvolupat un projecte per estudiar la conflictivitat a l'espai públic, entre el 2005 i el 2010. El primer estudi va ser qualitatiu (Teixeira i Pol, 2006) i va buscar el contacte directe amb els diferents col·lectius que usen els parcs. Els resultats van ser contrastats a través d'un segon estudi, en aquest cas per mitjà d'una enquesta a una mostra de població, aplicada dins i fora dels parcs (García, Castrechini, Di Masso i Pol, 2011).

Els tres parcs de l'estudi ocupen punts espacialment distants de la ciutat i havien donat lloc a queixes de convivència. Vam concloure que hi havia una relació entre els tipus d'estructures o serveis que oferia un parc i el tipus de col·lectius que s'organitzaven a l'entorn del parc. Es pot generalitzar afirmant que els escenaris indueixen comportaments. Per exemple, al parc de Joan Miró, el fet de disposar de pistes esportives induïa uns comportaments determinats i afavoria que s'hi reunissin uns usuaris concrets. No apareixia un conflicte obert, però aquest hi era en fase latent. Aquest tipus de dinàmiques són preocupants, perquè una part no menyspreable d'antics usuaris havien deixat d'utilitzar el parc en veure com nous col·lectius usaven –o segons alguns, sobreusaven– els espais per a activitats no sempre compatibles i acceptades pels altres.

En l'època de l'estudi, el parc de l'Estació del Nord era freqüentat per usuaris d'alta diversitat social i cultural, cosa que no semblava generar cap mena de problema en la convivència «normalitzada». En el cas del parc de la Pegaso, els problemes eren vinculats a la presència d'adolescents, els grans oblidats de les ciutats. Els adults, la gent gran i els nens tenen els seus espais, però els adolescents són un col·lectiu molt marginal. En un parc, la presència d'adolescents fa enretirar els altres usuaris. Si, a més, aquests adolescents pertanyen a un col·lectiu determinat, el fet s'exacerba. Això fa que també aquí una fracció creixent de la població estigui deixant d'anar al parc. D'altra banda, la percepció d'inseguretat s'associa a la manca d'enllumenat o de vigilància. Els usuaris perceben com a horaris «segurs» les hores de llum diürna i aquells moments en els quals troben més «iguals», cosa que els dona la sensació de sentir-s'hi millor.

En general, al parc s'hi va en companyia. El parc és un punt de trobada social, intencional o no. Hem observat que no es detecta gaire contacte entre grups diferents, cosa que no ens ha d'estranyar, ja que tot grup tendeix a l'endogàmia. S'hauria de mirar de treballar la permeabilitat entre grups. Les activitats esportives es poden desenvolupar de manera informal i són un element fenomenal d'interacció social que hem de potenciar.

Els resultats dels estudis esmentats denoten que hi ha nombroses manifestacions que suggereixen prejudici subtil, bé sigui a través d'eufemismes o expressions que no resultin malsonants, com, per exemple, «gent estranya», «els nens que juguen a beisbol», etc., bé sigui emprant expressions com «usos impropis» o «usos incívics». A través d'aquestes expressions es detecten atribucions de conflicte a categories socials implícites a partir de l'al·lusió a usos específics de l'espai que es consideren desviats o no normatius (com, per exemple, fer pícnic regularment al parc).

També apareixen expressions d'identitat social urbana o apropiació i lligam al lloc (com ara «el parc ja no és el que era» o «la gent de fora del barri»). Sembla suggeridor explorar com els judicis i les valoracions del lloc recolzen dinàmiques de protecció socioidentitària. Això posa en el centre de la gestió del problema la necessitat d'una intervenció inclusiva que porti a la construcció social conjunta (entre tots els col·lectius) de significats normatius de l'espai compartits.

Cal, doncs, treballar per a la creació de categories d'identificació comunes, posant en evidència els factors d'homogeneïtat compartida pel damunt dels seus particularismes. Per a aquest fi, l'espai públic –i en aquest cas, els parcs– és una bona referència comuna d'identificació i de pertinença.

Com vam trobar a l'esmentat estudi del CIS, en situacions urbanes estàndard i adverses, la identitat i la reestructuració social es construeixen sobre accions cohesives, com la cooperació i la reivindicació. Ara bé, un entorn urbà de qualitat (més des d'un punt de vista simbòlic que no pas funcional, i els parcs entren en aquesta categoria), facilita la identificació i l'emergència d'identitat social, i això facilita la cohesió social.

La gestió urbana hauria de tractar d'aportar el verd suficient per a usos i usuaris diversos, tenint en compte de manera conscient que indirectament està facilitant (en el seu defecte, dificultant) la vertebració social, alhora que millora l'espai públic i la qualitat de vida. Tot plegat, de manera indeslligable, permet fomentar les condicions per progressar vers un desenvolupament més sostenible.

## Referències

- BONET, M. R.; DUQUE, I.; DI MASSO, A.; VIDAL, T. 2009. «Estudi dels usuaris, els tallers amb participació ciutadana». A *La U Urbana: El Llibre Blanc dels carrers de Barcelona*. Barcelona, FAD/Ajuntament de Barcelona (annexos p. 245-86).
- CIS. 2002. Monographic Issue on City-Identity-Sustainability Research Network. E. Pol, Guest Editor. *Environment and Behavior*, 34 (1).
- CORRALIZA, J.A.; BERENQUER, J. 2010. «Emoción y ambiente». A J.I. Aragonés i M. Amérgo (coord.), *Psicología Ambiental*. Madrid, Pirámide, 59-76.
- GARCÍA, N.; CASTRECHINI, A.; DI MASSO, A.; POL, E. 2011. *El espacio público en conflicto. Estudio de tres parques en Barcelona*. Comunicació presentada al XI Congreso de Psicología Ambiental, Almería.
- POL, E.; CASTRECHINI, A.; DI MASSO, A. 2008. «Paisatge i qualitat de vida». A J. Nogué, L. Puigverd i G. Bretcha (ed.), *Paisatge i Salut*. Olot, Observatori del Paisatge, Generalitat de Catalunya.
- TEIXEIRA, A.; Pol, E. 2006. «Conflicto en el espacio público: los casos de tres parques urbanos de la ciudad de Barcelona». Dins del projecte SEJ2006-08975/PSIC *Experiencias conflictuales en el espacio público: nuevas formas de convivencia, usos y oportunidades de participación en la revertebración urbana* MEDU - Ministerio de Educación y Ciencia.



## Biodiversitat urbana: reptes i oportunitats

Sergi García

L'estudi i la conservació de la biodiversitat urbana ha entrat amb pas ferm a l'agenda d'actuacions de l'Ajuntament de Barcelona en els darrers anys. Biodiversitat i ciutat semblen dos conceptes contraposats, però veurem que no és així i que podem gaudir i hem de gaudir de natura i biodiversitat a les ciutats.

La ciutat és un invent humà relativament recent: la nostra espècie *Homo sapiens* va sorgir ara fa uns 200.000-300.000 anys, mentre que les primeres ciutats sorgiren fa uns 5.000-10.000 anys a les valls dels rius Nil, Tigris, Eufrates o Indus. D'altra banda, i potser gràcies a la invenció de les ciutats, l'evolució de l'home ha estat molt ràpida i, a més, la població tendeix a concentrar-s'hi. Avui dia, un 50-60 % de la població mundial resideix a les ciutats, i el territori físic urbanitzat com a ciutats comprèn el 2-3 % de la terra emergida. Tòquio n'és un exemple paradigmàtic: amb 30 milions d'habitants, conté el 20 % de la població del Japó.

Al llarg de la història les ciutats han evolucionat en la seva organització i concepció. Des de les ciutats mesopotàmiques ben enjardinades fins a les ciutats grecoromanes que creixen al voltant de l'àgora (i a esqueses de la natura), o les ciutats musulmanes amb la vida centrada als patis interiors, o la ciutat anglosaxona, extensiva sobre el territori i ocupant gran quantitat d'espai. Els diferents models de ciutat comporten una relació diversa amb l'entorn natural immediat. Per exemple, les ciutats anglosaxones dotades de grans parcs verds poden tenir més connectivitat amb l'entorn natural, cosa que fa que al centre de Londres, per exemple, es puguin veure guineus i toixons.

La ciutat es pot entendre com un ecosistema dissipatiu, on es dona un intercanvi d'energia i matèria. Es tracta, però, d'un ecosistema difús i mal delimitat. Sovint ens hauríem de preguntar fins on arriba la influència d'una ciutat. El concepte de la petjada ecològica ens permet analitzar la influència de la ciutat sobre els entorns immediats i llunyans. Fa

uns centenars d'anys les grans ciutats com Nova York, París o la mateixa Barcelona usaven recursos obtinguts del seu entorn més proper. Per exemple, part de la ciutat de Barcelona ha begut l'aigua del sistema del Besòs, procedent de les mines de Montcada, fins al març del 1989, quan va ser connectada a la xarxa d'Aigües de Barcelona. Avui, però, les ciutats s'han convertit en entitats depredadores de recursos de zones molt allunyades. Hem de ser conscients d'aquest fet per entendre l'impacte real de les ciutats.

De tot això, se n'ha escrit i debatut molt, i s'han aplicat algunes mesures per mitigar els impactes negatius, però de vegades els remeis per a un aspecte han donat problemes en d'altres; per exemple, els edificis anomenats sostenibles usualment només paren atenció a l'eficiència energètica i moderen, així, la petjada ecològica, però, en canvi, negligixen del tot el vector de la biodiversitat. Normalment no es té en consideració que una ciutat biodiversa implica una elevada qualitat de vida. La qualitat de vida està associada a la capacitat d'escollir l'estil de vida amb el qual ens sentim més còmodes, en cada moment, i això només es pot assolir en una ciutat molt diversa, tant a escala biològica com a escala sociològica i urbanística.

Una ciutat conté una varietat d'espais formats per edificis, carrers i espais verds urbans. Cal destacar que edificis i carrers també tenen importància per a la biodiversitat. Dins dels espais verds, podem distingir-ne de tres classes: 1) parcs, jardins i zones enjardinades, 2) espais oberts no urbanitzats i paisatges vernacles, i 3) àrees perifèriques. La major part dels jardins a les ciutats s'inspiren o van ser fruit del corrent romàntic desenvolupat als segles XVIII i XIX. El romanticisme va despertar una sensibilitat artística que buscava el que era sublim en la natura. Per apropar l'home a la natura, es va portar la natura allí on eren les classes benestants. Moltes d'aquestes persones residien en ciutats i, gràcies a aquest esperit, es van construir els millors jardins de moltes ciutats. Barcelona n'és un cas paradigmàtic. Aquests jardins romàntics, tot i que no es van dissenyar pensant en la biodiversitat, van permetre l'establiment de molta biodiversitat. Exemples d'aquesta recreació de la natura a la ciutat serien el Bois de Boulogne de París o el Central Park de Nova York. A Barcelona es construïren diversos jardins a Montjuïc i en altres indrets. De tota manera, a Barcelona encara queden (o quedaven, en preparar aquesta conferència a la primavera del 2011) altres espais interessants pel que fa a la biodiversitat: racons recollits i amagats, com petits carrers i carrerons, places amagades que representen refugis per a algunes espècies. Són uns espais d'encant pintoresc, que alhora constitueixen un petit refugi de diversitat.

Els espais limítrofs de la ciutat són importants però estan molt amenaçats. Ara mateix, la Feixa Llarga a l'Hospitalet és l'única zona agrícola que queda a l'entorn de Barcelona, però ja n'està planificada la urbanització. Al voltant de Barcelona gairebé han desaparegut totes les zones agrícoles, una tendència a la regressió que es dona en altres indrets de Catalunya. Això es reflecteix en canvis en la biodiversitat: les espècies que han patit més una regressió són aquelles vinculades als conreus, com per exemple papallones i ocells.

Des de la nostra associació Galanthis, juntament amb altres associacions naturalistes, hem fet un esforç per posar en valor la riquesa biològica de Barcelona, que creiem que forma part de tot allò que dona qualitat de vida a una ciutat. Entre altres accions s'ha fet un inventari de les espècies de vertebrats dels parcs de Barcelona, els resultats del qual han estat molt interessants. Es van trobar tres espècies d'amfibis: el tòtil (*Alytes obstetricans*), la reineta (*Hyla meridionalis*) i la granota vulgar (*Pelophylax perezi*). En tractar-se d'una ciutat, no sols és important i sorprenent la seva presència, sinó també la seva abundància, ja que el tòtil (petit gripau d'hàbits terrestres), per exemple, pràcticament ha desaparegut del delta del Llobregat a causa de la utilització de plaguicides i herbicides i de la pèrdua de qualitat de l'aigua, mentre que Barcelona manté una població molt ben conservada (en un projecte de reforçament de poblacions de tòtil al Prat de Llobregat s'han utilitzat exemplars procedents de Barcelona). Pel que fa a rèptils, potser les espècies més destacades siguin el vidriol (*Anguis fragilis*) o les serps verdes (*Malpolon monspessulanus*), encara que també es van trobar els habituals a les ciutats, dragons (*Tarentola mauritanica* i *Hemidactylus turcicus*) i sargantanes (*Podarcis liolepis*) als parcs i jardins.

D'ocells, se'n van llistar més de cent espècies. Molts ocells petits, com les mallerengues, els pit-roigs, els tallarols, les merles, etc., estan associats als parcs. També s'hi veuen el xoriguer (*Falco tinnunculus*), el falcó (*Falco peregrinus*) i el bernat pescaire (*Ardea cinerea*), que al parc de la Ciutadella ha fet una de les colònies més grans de tot Catalunya.

Entre els mamífers es van trobar diferents espècies de ratpenats, uns animals d'hàbits nocturns força desconeguts. Els ratpenats emeten sons que utilitzen per situar-se (l'anomenada ecolocalització, un sistema de situació segons com més eficaç que el visual). A Barcelona en vam trobar cinc espècies, dues d'elles de mida força gran: el ratpenat dels grans (*Eptesicus serotinus*) i el ratpenat cuallarg (*Tadarida teniotis*), al qual li agrada criar en edificis grans i alts com la catedral o la Sagrada Família.

D'altres tipus de mamífers, se'n van trobar pocs representants, i els que es van censar estaven principalment a la perifèria, ja que Barcelona és una ciutat compacta i no els permet l'entrada. Excepcionalment, al parc Zoològic i al de la Ciutadella hi ha una població d'eriçons (*Erinaceus europaeus*). És una població silvestre, segurament relict de temps passats, que ha quedat aïllada en aquesta zona. Abans, la Ciutadella estava connectada a les serralades exteriors a través del Poblenou, que tenia moltes extensions despoblades. Possiblement, en temps passats arribaren uns quants individus d'aquestes serralades, s'instal·laren en els racons del parc Zoològic i hi han perdurat fins avui.

També es van trobar musaranyes, ratolins, esquiroles, conills i senglars. Si es fessin corredors verds de l'estrat arbori a Barcelona, els esquiroles podrien arribar fins a la Ciutadella. Els senglars penetren per les vores de la ciutat. Si persisteix el mal costum de donar-los menjar, els animals es poden habituar encara més a entrar a la ciutat (vegeu la conferència de Carme Rosell «L'expansió dels senglars i els conflictes que genera en zones urbanitzades», Aula d'Ecologia 2010).

A més d'aquests pobladors d'espais seminaturals, una fracció molt important de la biodiversitat es troba en els espais construïts. Per exemple, el ballester (*Apus melba*) cria en forats a les parets mitgeres dels edificis. A Barcelona i les ciutats del voltant es troba el nucli de població de ballestes més important de Catalunya. Aquestes parets mitgeres serien una rèplica artificial dels penya-segats on normalment fa niu el ballester. Els ballestes són molt fidels al niu, al qual tornen cada any. Hi ha colònies de més de quaranta anys d'antiguitat, segons algunes referències de què es disposa.

També als edificis hi crien espècies com el pardal (*Passer domesticus*), les orenetes vulgars (*Hirundo rustica*), l'oreneta cuablanca (*Delichon urbicum*), els falciots (*Apus apus*), els coloms (*Columba livia*), els falcons, els xoriguers o les gralles (*Corvus monedula*). Al Poble-sec hi ha una població molt antiga d'oreneta cuablanca, que els veïns, sobretot els més antics, volen conservar.

De falcó pelegrí n'hi ha dues o tres parelles a Barcelona. És un rapinyaire que s'adapta bé a les ciutats. La seva dieta està formada per coloms i cotorres. No serveix per controlar les poblacions de coloms, ja que aquestes són desproporcionades respecte de la quantitat de depredadors. El falcó s'ha reintroduït a Barcelona per restaurar un patrimoni natural perdut. Era de la ciutat i torna a ser de la ciutat.

Tot aquest ventall de valors naturals es pot potenciar, vigilar i conservar. Actualment tenim en marxa dos projectes: 1) el programa de vigilància ambiental i conservació de la biota de les basses de Barcelona, i 2) el programa de conservació de les espècies que crien en edificis.

El programa de conservació de la biota de les basses de Barcelona fou iniciat l'any 2007. Va començar amb una polèmica: val la pena fer esforços per salvar els amfibis d'una ciutat? Cal que conservem i potenciem uns amfibis que no sortiran mai d'aquest entorn? Nosaltres creiem que sí. Ens sembla important que els nens i les nenes de Barcelona, que potser tenen poc contacte amb la natura, puguin anar a una bassa i agafar capgrossos (i tornar-los a deixar anar, és clar!). A més, hem posat de relleu la seva importància biològica, com hem esmentat anteriorment en relació amb el repoblament del delta de Llobregat amb exemplars de tòtil de les basses de Barcelona.

A més dels amfibis, a les basses trobem altres organismes interessants, com cargols, odonats, plantes vasculars i algues macròfitas. Aquests organismes contribueixen al bon funcionament de les basses fent que l'aigua es mantingui més neta. El 2010 es van censar a Barcelona 82 basses amb amfibis. És un bon resultat i n'estem molt satisfets.

Respecte del programa de protecció d'aus que crien en edificis, es fan seguiments de les colònies d'oreneta cuablanca de la ciutat. Des del 2005 s'han detectat algunes oscil·lacions en funció de les condicions climàtiques. Va destacar el descens durant la sequera del 2008 i la recuperació en els anys subsegüents. En general trobem una gran sensibilitat dels veïns, que tenen cura dels nius i les colònies, malgrat els inconvenients, ja que aquestes colònies produeixen una certa acumulació d'excrements, cosa que comporta una necessitat de neteja.

Al llarg de les campanyes hem afegit nius artificials. Amb aquestes actuacions obtenim beneficis estètics i de control biològic d'insectes. En col·laboració amb arquitectes de la iniciativa privada en obres de rehabilitació de parets mitgeres, s'han fet petits arranjaments perquè hi criïn o continuïn criant els ballestes o altres espècies com falcions o ratpenats. Es tracta de petites modificacions en els edificis que permeten ubicar-hi nius artificials. Els costos són molt minsos i, en canvi, tenim l'avantatge d'afavorir la biodiversitat de manera important. En aquest sentit hem de destacar la col·laboració amb l'Institut de Paisatge Urbà, oficina des de la qual s'han impulsat molts projectes de rehabilitació respectuosa o afavoridora de la biodiversitat dels nostres edificis.

A tall de conclusió, ressaltaré algunes de les idees que he presentat:

El territori és un bé escàs. Les ciutats actuals són ecosistemes dissipatius, amb límits difusos i amb impactes reals negatius produïts molt més enllà del seus àmbits territorials. El benestar del ciutadà augmenta amb la diversitat d'ambients i amb la capacitat d'elecció

---

de l'estil de vida. El concepte de sostenibilitat ha d'anar més enllà del mer estalvi de matèria i energia per incorporar aspectes sobre la biodiversitat. I finalment, la biodiversitat urbana és més important del que la gent pensa, ja que reporta beneficis biològics, socials i culturals.

## La xarxa de plantes i pol·linitzadors en el manteniment de la vegetació

Jordi Bosch

Investigador del CREAM

Quan anem al camp en un ambient natural o seminatural, aviat ens adonem que hi ha una gran diversitat de plantes amb flors, algunes molt abundants, altres de més rares, de colors i formes diferents. Aquestes flors atrauen els insectes que s'alimenten del pol·len i nèctar que ofereixen aquestes flors. La diversitat d'insectes que s'alimenten de flors és molt gran: papallones, mosques, abelles, escarabats, etc. Com en el cas de les plantes, alguns d'aquests insectes són molt abundants, mentre que d'altres són molt rars. Nosaltres estudiem les interaccions que s'estableixen entre les plantes i els pol·linitzadors. Per exemple, una espècie de planta pot rebre visites de sis espècies d'insectes, i una altra pot ser visitada per dotze espècies d'insectes, alguns dels quals coincideixen amb els de la planta anterior, però altres no. De la mateixa manera que podem caracteritzar la comunitat de flors i la comunitat de pol·linitzadors, podem caracteritzar també la «comunitat d'interaccions». A nosaltres ens interessa estudiar com funcionen aquestes interaccions, veure qui es relaciona amb qui i com s'estructura aquesta comunitat d'interaccions. Abordem el tema en el marc de l'ecologia de comunitats, o més ben dit, en el marc de l'anàlisi de xarxes d'interaccions mutualistes. Es consideren espècies mutualistes aquelles que s'afavoreixen entre elles; per exemple, en aquest cas, els insectes es beneficien d'aliment que ofereix la planta, i alhora la planta rep un avantatge, ja que els insectes dispersen el seu pol·len. També estudiem dels atributs biològics de les plantes i els insectes per comprendre millor les interaccions. Entenem que una papallona pot tenir una funció molt diferent que una mosca, o que una planta determinada pot produir molt més pol·len que una altra, i això afecta l'estructura de les interaccions. L'estudi d'aquests atributs ens permet entendre i interpretar millor les interaccions i l'estructura de la xarxa.

Fins ara hem parlat des del punt de vista del naturalista que va al camp, observa les flors i els insectes i es pregunta sobre la seva relació.

Però, a més, el procés de la pol·linització és fonamental per entendre el funcionament dels ecosistemes terrestres. La pol·linització és el procés pel qual els grans de pol·len d'una antera (part masculina de la flor) van a parar a l'estigma (part femenina de la flor). Aquest és un pas previ per a la formació de les llavors i els fruits de les plantes. Així doncs, l'èxit reproductor d'una planta depèn de la pol·linització. Una deposició insuficient de pol·len pot limitar la producció de llavors. Però, a més, la pol·linització influeix també en la qualitat de les llavors, ja que no és indiferent que el pol·linitzador aporti pol·len de la mateixa planta o d'una planta propera (que pot implicar problemes d'endogàmia o consanguinitat) o que li aporti pol·len de plantes més llunyanes, normalment més distants genèticament.

L'estructura de les interaccions planta-pol·linitzador és també molt important per a l'èxit reproductiu dels pol·linitzadors. Un insecte que té accés a una planta que produeix molt pol·len i nèctar podrà madurar més ous i deixar molts més descendents. En el cas de les abelles, la seva relació amb les plantes també repercuteix en la mida corporal dels descendents. Per exemple, les abelles solitàries fan nius on ponen ous. A cada ou li assignen una quantitat d'aliment en forma de pol·len i nèctar i la mida de l'adult és directament proporcional a l'aliment que ha rebut durant l'estadi larvari. La supervivència hivernal i l'èxit reproductiu de l'adult són sovint més elevats en els individus grans. Per tant, veiem que les interaccions plantes-pol·linitzadors també són importants per a l'estabilitat de les poblacions dels pol·linitzadors.

A escala ecològica, aquestes interaccions afecten l'estructura de les comunitats en afavorir processos de competència o de facilitació. La competència s'estableix quan una planta és més atractiva que una altra per als pol·linitzadors. En la facilitació, una planta atractiva atrau pol·linitzadors i, de retruc, se'n beneficien altres plantes properes, les quals també seran visitades en aquest trànsit de pol·linitzadors. Altrament tindrien més dificultats per atraure'ls.

A escala evolutiva, les interaccions poden afectar l'aparició i l'evolució de trets morfològics, fisiològics i comportamentals en plantes i/o pol·linitzadors. La pol·linització sempre es posa com a exemple de coevolució, un procés en el qual les plantes van adquirint caràcters específics per ser més atractives per a determinats grups de pol·linitzadors i alhora aquests van adquirint caràcters per explotar de manera més eficaç els recursos florals. Per tal que es doni el procés de coevolució i que hi hagi una direccionalitat en l'evolució dels caràcters, és necessari que la interacció de plantes i pol·linitzadors sigui estable en el temps.



A la brolla del Parc Natural del Garraf hem dut a terme un mostratge sistemàtic de les interaccions esmentades. Hem establert una parcel·la de 100 m x 100 m i l'hem visitada durant el període de més intensitat de floració (mesos de març a juny) al llarg de tres anys. Per enregistrar les interaccions planta-pol·linitzador hem fet censos de les interaccions. Per fer aquests censos, ens situem davant una planta, comptem el nombre de flors i comptem el nombre de contactes de cada pol·linitzador amb les flors. Els resultats els expressem en nombre de contactes/100 flors/minut. El problema que tenim és que hi ha insectes molt rars, que veiem molt poc sovint, potser només un cop l'any. Per saber més d'aquestes espècies tan rares, les capturem (i així les podem identificar amb més precisió) i analitzem el pol·len que porten adherit al cos. Aquesta dada ens dóna un registre de les plantes que ha visitat l'insecte anteriorment a la captura, de manera que ampliem la informació de les interaccions per a aquestes espècies rares.

A més de les interaccions, ens interessa conèixer els atributs biològics de plantes i pol·linitzadors per poder interpretar l'estructura de la xarxa. En el cas de les plantes, cada setmana comptem el nombre de flors obertes en sis transectes de 50 x 1 m. Amb això obtenim dades sobre el període de floració i l'abundància de flors de cada espècie. També prenem dades sobre la morfologia floral, fixant-nos en la profunditat del tub de la corol·la, que és on se situa el nèctar. Així mateix, mesurem la producció de nèctar i de pol·len. El nèctar el mesurem embossant branques amb flors per evitar que els insectes les visitin. Al cap de 24 hores hi tornem i, amb una micropipeta, obtenim el volum de nèctar i després mesurem la concentració de sucre amb un refractòmetre de camp. Així sabem l'aportació energètica de cada espècie de flor. Per estudiar el pol·len, recol·lectem un nombre determinat d'anteres i obtenim els grans per mitjà d'un bany d'ultrasons. A continuació estimem el nombre de grans amb un comptador de partícules. Corregim aquesta quantitat pel volum d'un gra de pol·len i d'aquesta manera obtenim un volum de pol·len produït per flor.

Dels pol·linitzadors, en mesurem l'abundància, definida com el resultat de multiplicar el nombre de contactes que hem observat d'un insecte amb una planta per l'abundància de les flors d'aquesta planta. No és la definició usual, però ens és útil per als nostres objectius perquè reflecteix el grau d'ús que un insecte fa de cada planta i, per tant, dels recursos florals de la brolla en general. També recollim informació sobre els períodes d'activitat dels insectes. Finalment, capturem alguns individus de cada espècie per poder identificar-los amb precisió, pesar-los i mesurar-ne la longitud de les peces bucal.

## Resultats principals respecte de les plantes

En els transectes que hem anat seguint hem trobat 23 espècies de plantes que representen pràcticament el 100 % de les flors dels transectes.

Algunes de les plantes observades no produeixen nèctar. A l'altre extrem trobem que la blenera (*Phlomis lignitis*) arriba a produir 535 micrograms de sucre per flor, el màxim entre les plantes estudiades. El nombre de flors per individu també és molt variable, i hi ha plantes que produeixen unes poques flors com, per exemple, els gladiols que en fan tres o quatre per planta, mentre que el romaní en pot produir més de mil. El període de floració dura un mes escàs en algunes espècies, però es perllonga durant tota la temporada d'estudi (els quatre mesos de març fins a juny) en d'altres.

La intensitat de floració varia molt d'any a any. El romaní i la fari-gola, que representen més d'un 70 % de les flors, van mostrar una escassa floració l'any 2007 si es compara amb els anys immediatament anterior i posterior. Ens preguntem: aquests canvis interanuals en l'abundància de flors es donen per igual en totes les espècies? La resposta és que no o, matisant una mica més, no en totes les espècies per igual. El mateix es pot dir respecte dels períodes de floració: algunes espècies van ser molt regulars (per exemple, la fari-gola sempre va donar uns màxims de floració a l'abril), mentre que altres espècies, com la biscutella (*Biscutella laevigata*), l'any 2007 van allargar la seva floració fins al juny però en altres anys van tenir una floració més concentrada en el temps, disminuint a partir del maig. Què representa això de cara a les interaccions amb els pol·linitzadors? El més important és la constatació d'un paisatge floral canviant d'un any a l'altre, fet que pot tenir repercussions importants en els insectes que vénen a visitar les plantes.

En resum, els resultats principals de l'estudi de les plantes són aquests:

- 1) El paisatge florístic està dominat per unes poques espècies, però és quantitativament molt variable.
- 2) Cada espècie es comporta de manera diferent. No trobem pautes generalitzables. Els períodes de floració o d'abundància són diferents per a cada planta, i també canvien entre els diferents anys.
- 3) Això té unes conseqüències evidents per a la planta i els pol·linitzadors: l'allargament de la floració permet una interacció amb algunes espècies de pol·linitzadors, però si la floració s'escurça (com passa en alguns anys) aquesta interacció no s'arriba a produir.

## Resultats principals respecte dels pol·linitzadors

Els pol·linitzadors s'han dividit en set grups funcionals principals, que són: abelles, formigues, vespes, mosques, escarabats, papallones i un calaix de sastre (on s'hi inclouen els heteròpters i ortòpters, que visiten les flors només esporàdicament). En total, hem identificat 305 espècies de pol·linitzadors en una hectàrea de terreny, una diversitat molt alta. D'aquestes 305 espècies, només un 30 % estan presents en els tres anys; és a dir, hi ha un recanvi molt important d'un any per l'altre.

És important tenir en compte els trets biològics bàsics dels pol·linitzadors per entendre millor els recursos florals que necessiten i potser arribar a predir en quines espècies de plantes podem trobar-los. La majoria de la gent creu que les abelles són socials, però en realitat només el 13 % ho són (com l'abella de la mel i els abellots). La gran majoria d'espècies d'abelles són solitàries. En aquestes espècies d'abelles solitàries, la femella fa un niu (sovint sota terra) sense la cooperació d'altres femelles i després l'aprovisiona amb pol·len i nèctar. El pol·len aportarà les proteïnes i el nèctar, els hidrats de carboni, necessaris per al desenvolupament de la larva. Hi ha un altre grup d'abelles que són cleptoparàsits; són abelles que han perdut el comportament de nidificació i ponen els ous en nius d'altres abelles. La larva del cleptoparàsit neix abans que les altres abelles, mata l'ou de l'hoste i es menja la seva provisió d'aliment.

Les abelles solitàries es diferencien respecte de les abelles socials pel que fa a la freqüència de visites a les flors. Les abelles socials recol·lecten molt de nèctar, ja que gasten molta energia per mantenir la temperatura del niu, mentre que les abelles solitàries requereixen proporcionalment menys nèctar. La cerca i la recol·lecció de pol·len només les fan les femelles, ja que són les que construeixen el niu; els mascles només prenen nèctar per a les seves necessitats energètiques. Les espècies cleptoparàsits, com que no construeixen nius, només recullen nèctar per a la seva subsistència i no recol·lecten pol·len. Un altre aspecte important en les abelles és la seva especialització pol·línica. La majoria d'espècies recullen pol·len de moltes plantes diferents, però algunes espècies s'especialitzen en una família, com ara les compostes o les crucíferes.

Les vespes també s'alimenten de nèctar. Bàsicament, hi ha tres tipus de vespes: 1) les depredadores, que construeixen nius, però la principal aportació proteínica per a les larves la forneixen altres insectes que són les seves preses; 2) les vespes parasitoides, que ponen ous sobre altres

insectes i la larva s'alimenta dels teixits de l'insecte parasitat, i 3) les vespes fitòfagues, que s'alimenten de material vegetal. Com veiem, cap d'aquests tipus de vespes no s'alimenta de pol·len, sinó que visiten les flors només per obtenir el nèctar.

Les formigues són insectes socials, que construeixen nius col·lectius. No recullen pol·len, només nèctar que porten al niu i allí el reparteixen entre les obreres. Els dípters no fan nius, però s'alimenten tant de nèctar com de pol·len. Els coleòpters també, però solen consumir grans quantitats de pol·len. Els lepidòpters s'alimenten únicament de nèctar que lliben amb la seva trompa, que pot arribar a ser molt llarga.

En el nostre estudi, el grup de pol·linitzadors més important fou el de les abelles, seguit dels coleòpters i dípters. Aquest patró es repetí en els tres anys estudiats, tot i que hi hagué un important recanvi d'espècies. No obstant això, i fixant-nos en l'abundància, es veuen diferències importants entre els anys: l'any 2006 van dominar els coleòpters, mentre que en els altres anys ho feren les abelles. Així doncs, a la brolla del Garraf trobem unes poblacions de pol·linitzadors molt diferents d'un any a l'altre.

De les 305 espècies que vam comptar, n'hi ha vint que representen el 90 % de l'abundància: per tant, la comunitat està dominada per unes poques espècies. Com s'observa sovint en altres grups d'organismes, hi ha moltes espècies molt rares i unes poques espècies molt abundants.

### Les interaccions de planta i pol·linitzador

Lògicament, l'abundància, els períodes de floració o d'activitat i els atributs biològics de les plantes i pol·linitzadors de la brolla condicionaran les interaccions que es produeixen. El temps que vam emprar fent observacions fou de 382 hores, cosa que ens va permetre veure més de 16.000 contactes, corresponents a més de 1600 interaccions diferents. Una interacció la definim com l'observació d'una espècie d'insecte visitant a una espècie de planta. Cal ressaltar que vam trobar un recanvi d'interaccions molt important: només el 15 % de les interaccions es va repetir en els tres anys. En total, a la brolla del Garraf, de les 23 espècies de plantes estudiades, aproximadament la meitat es va comportar de manera constant (amb pol·linitzadors similars d'any en any), mentre que en l'altra meitat els grups de pol·linitzadors canviaven clarament en els diferents anys.

Ens preguntem, a més, si la freqüència de les interaccions canvia també d'un any a l'altre. Com en altres paràmetres estudiats, el que vam

trobar és molta variabilitat, en alguns casos amb moltes diferències entre anys. És a dir, hi ha espècies de planta que reben moltes visites de pol·linitzadors per flor i minut i altres que en reben poques, però la taxa de visites pot fluctuar moltíssim d'un any a l'altre. La pol·linització, com s'ha dit, afecta la producció de llavors. Així doncs, aquests resultats suggereixen que podem esperar una gran variabilitat entre anys en l'èxit reproductiu de les plantes. Però, si ho mirem des del punt de vista dels pol·linitzadors, també veiem que moltes espècies es van comportar de manera diferent entre anys. Algunes espècies es van mantenir fidels a la mateixa planta en els diferents anys, però d'altres van visitar plantes diverses cada any.

Com podem ordenar i resumir tota aquesta complexitat? Tenim centenars d'espècies d'insectes, milers d'interaccions i una variabilitat temporal que no és regular, sinó que varia d'una espècie a una altra. Què ens pot ajudar a interpretar-ho? Per abordar aquesta complexitat, hi introduïm l'anàlisi de xarxes d'interaccions. La teoria de xarxes és un tema de molta actualitat en ecologia i altres camps de la ciència o la sociologia (per exemple, en l'estudi de les xarxes socials). Nosaltres apliquem la teoria de xarxes per interpretar les interaccions planta-pol·linitzador.

Pes establir el marc d'estudi, primer fem la matriu d'interaccions, indicant amb un 1 o un 0 l'existència o absència d'interacció. Aquesta matriu després es pot representar en un gràfic que uneix les espècies que es relacionen entre si, generant una xarxa complexa, amb centenars o milers d'enllaços. Per mirar d'interpretar aquesta estructura complexa, es fan servir una sèrie de paràmetres com, per exemple, els enllaços per planta, és a dir, quantes espècies de pol·linitzadors rep de mitjana una planta (en el nostre cas, entre 33 i 43 espècies). Un altre paràmetre important és la connectància, que es pot definir com el percentatge d'interaccions observades respecte del total d'interaccions possibles. Si expressem la xarxa en forma de matriu amb quadrats negres que indiquen l'existència d'interacció i amb quadrats blancs allí on no hi ha la interacció, veiem que hi domina el blanc. És a dir, només es realitza una petita proporció de totes les interaccions possibles (en la nostra xarxa entre un 13 i un 15 %). Amb aquests resultats conclouríem que les interaccions són bastant especialitzades.

Abans hem dit que hi ha pol·linitzadors rars. L'anàlisi de pol·len ens aporta més dades sobre les plantes visitades pels pol·linitzadors rars. En afegir aquestes dades a la matriu, s'omplen més quadres de les interaccions, de manera que la matriu ja no queda tan buida i la connectància augmenta en un 18–25 %. Una altra consideració important és la defi-

nició d'interaccions possibles. De fet, sabem que hi ha interaccions que no es poden donar perquè els períodes de floració de la planta i el d'activitat de l'insecte no coincideixen. Si no tenim en compte aquestes interaccions (que anomenem prohibides) i tornem a calcular la connectància, veiem que aquesta augmenta fins al 23-34 %, uns valors que indiquen una xarxa molt més generalista del que havíem vist al principi.

Un altre paràmetre important de les xarxes és l'aniuament. Quan representem la xarxa en forma de matriu ordenant plantes i pol·linitzadors de més a menys generalista, veiem que la major part de les interaccions es concentren a l'angle superior esquerre. Això ens indica que hi ha moltes interaccions entre generalistes, i també algunes interaccions, més escasses, entre espècies generalistes i espècies especialistes. En canvi, pràcticament no es donen interaccions entre espècies especialistes. Una part molt important de la nidificació s'explica per les interaccions prohibides. Per exemple, una abella que tingui diverses generacions per temporada pot visitar diverses plantes a mesura que aquestes vagin florint i, per tant, és més generalista, comparat amb una abella que només tingui una generació, que ha de visitar només les plantes que floreixin en el moment de la seva activitat i, per tant, té moltes interaccions prohibides i és més especialista.

El darrer paràmetre que ens interessa és la presència de mòduls o compartiments. Els mòduls són grups d'espècies que interaccionen molt entre si i poc amb els altres mòduls.

En el nostre cas, hem trobat quatre mòduls significatius, amb una certa interconnexió. El primer mòdul (mòdul primerenc) conté les plantes que floreixen al març-abril i inclou diversos pol·linitzadors (abelles, formigues i dípters). El segon mòdul està format per plantes que floreixen a l'abril i els principals pol·linitzadors són coleòpters. El tercer mòdul, que anomenem tardà, conté les plantes que floreixen al maig-juny i que són visitades per abelles, coleòpters, lepidòpters i formigues. Finalment, el quart mòdul l'anomenem connector, ja que inclou plantes molt diverses que floreixen en diversos moments i amb períodes de floració curts i que són pol·linitzades per abelles que tenen diferents generacions per any, o sigui una activitat molt llarga durant tot el període de floració. L'estructura de mòduls s'ha mantingut més o menys constant en els anys estudiats.

A tall de conclusió, podem reprendre les preguntes plantejades al principi. Com s'estructura la comunitat d'interaccions? Ens podríem trobar que totes les espècies de pol·linitzadors interaccionen amb totes les espècies de planta. O bé que les interaccions es produïssin a l'atzar. Això no és el que trobem: la xarxa té una estructura modular clara, i tro-

bem un fort aniuament, amb unes espècies molt connectades i altres molt poc connectades. La fenologia (el temps de floració i d'activitat) té un paper molt important en l'estructura de la xarxa. Trobem també un alt grau de generalisme. Això representa un canvi respecte a la visió que fins ara teníem de les xarxes planta-pol·linitzador, on semblava que hi havia més especialització. Aquest alt grau de generalisme es deu en part a la manca d'atributs biològics extrems, a diferència del que passa en els ecosistemes tropicals on, per exemple, trobem pol·linitzadors amb peces bucals extremadament llargues i flors amb corol·les molt profundes i de difícil accés. A pesar de l'alt grau de generalisme, hi ha algunes excepcions: per exemple, el margalló presenta un sistema de pol·linització molt especialitzat. Només hi hem trobat tres espècies de pol·linitzador i el cicle vital d'una d'elles està obligatòriament lligat al margalló. És a dir, si desaparegués el margalló desapareixeria també el seu principal pol·linitzador. Respecte de la pregunta sobre si l'estructura de les interaccions és estable en el temps, veiem que, d'una banda, els paràmetres que descriuen la xarxa (els mòduls, l'aniuament i la connectància) són bastant estables entre anys. De l'altra, la identitat de les interaccions i la seva freqüència són extremadament variables en el temps. Això s'explica per l'alt grau d'oportunisme per part de molts dels pol·linitzadors, que tenen un comportament molt flexible, fet que dificulta que es desenvolupin processos coevolutius estrets (espècie-espècie) a la brolla del Garraf.

## El llenguatge de les plantes

Josep Peñuelas

Professor d'investigació del CSIC al CREAF

Les plantes emeten una gran quantitat de compostos orgànics volàtils (COV), que són compostos a base de carboni i que es vaporitzen de les plantes i s'emeten cap a l'atmosfera. Intentarem avui reflexionar sobre el paper biològic dels COV: són un luxe inútil? Constitueixen una defensa per a les plantes? Serveixen per comunicar els organismes, essent així comparables a un llenguatge? D'aquests compostos orgànics volàtils, n'hi ha a milers, classificables químicament segons l'estructura de la seva molècula com a isoprens, monoterpens, alcohols, àcids, cetones, aldehids, etc. I ens preguntem: per què les plantes emeten aquests compostos? Avui repassarem algunes de les respostes que hem anat donant en la nostra recerca d'aquests darrers anys, tot i que cal dir que encara hi ha molts aspectes que no coneixem bé.

Els ecòlegs de perfil més bioquímic o més evolutiu discuteixen sobre si aquest material que s'emet és una despesa necessària i inevitable. El reconegut ecòleg Dr. Ramon Margalef deia que la natura treballa amb allò de què disposa. Si en els processos metabòlics de les plantes es generen uns compostos que són volàtils i no són usats i degradats per la planta, aquesta no té més remei que emetre'ls. Nosaltres creiem que al llarg de l'evolució s'han anat generant unes funcions per a aquests compostos que forçosament s'han d'emetre. Els possibles rols que s'han anat descrivint a la literatura científica són diversos. En podem citar tres dels més coneguts: 1) que serveixin de defensa contra herbívors i patògens, tant de manera directa com indirecta, 2) que protegeixin la planta enfront de diversos estressos com la sequera, les altes temperatures, l'excés d'ozó o l'excés de llum, 3) que tinguin un paper important en la comunicació entre plantes o amb els animals; per exemple, s'ha vist que alguns COV serveixen per atraure els depredadors dels herbívors que estan menjant les plantes, o que serveixen per atraure els pol·linitzadors i dispersadors de llavors i fruits.



I, parlant de comunicació, ens preguntem, és això un llenguatge? Doncs sí, els COV els podem considerar un llenguatge, ja que constitueixen un sistema de signes interpretables, emesos per uns individus i rebuts per uns altres que són capaços d'interpretar-ne el significat i d'actuar en conseqüència. Per tant, podem dir que tenen sintaxi (com es combinen els signes), gramàtica (la interpretació depèn del context) i semàntica (el significat depèn del contingut específic). Podem considerar-lo un llenguatge químic, olfatiu.

Com bé sabem tots, el món actual està sotmès a un gran canvi generat per les nostres activitats: canvi del clima, canvi dels usos del territori, augment de l'eutrofització, canvis en el tipus de vegetació que emet COV. Com a resultat d'aquests canvis s'ha produït la tendència a un augment de les emissions de COV. Així doncs, actualment tenim un món més fragant, que fa més olor. A part del fet que això ens pugui semblar agradable o no, té unes conseqüències importants, ja que aquests canvis poden afectar les interaccions entre organismes, les seves habilitats competitives i finalment, l'estructura de les comunitats.

En els nostres estudis hem intentat discernir la funció que fan els compostos dins de la planta, i la principal conclusió és que tenen una funció de protecció. Hem fet experiments mesurant la variació de la fotosíntesi segons que augmenta la temperatura en plantes mediterrànies com l'alzina, i hem vist que, si fumiguem plàntules d'alzina amb terpens, la planta adquireix una certa termotolerància i pot fotosintetitzar a temperatures altes; per tant, els COV que li hem subministrat l'han protegit de les altes temperatures. També els COV tenen un paper protector davant de l'estrès oxidatiu, per exemple, el de l'ozó. Vam fer un experiment on vam veure que en fumigar-les amb ozó les plantes quedaven danyades, però si, a més, les fumigàvem amb isoprè o monoterpens, els danys eren molt menors o inexistents. Processos semblants s'han descrit com a protecció respecte de l'excés de llum.

La feina següent del científic seria establir hipòtesis que expliquin el perquè d'aquest funcionament. A continuació presentem algunes de les hipòtesis més acceptades:

- 1) Aquests compostos (isoprenoids) reaccionen amb l'oxigen actiu en els espais intercel·lulars i desactiven els radicals oxidats que altrament podrien arribar a les membranes cel·lulars i danyar-les.
- 2) Els COV estableixen les membranes lipídiques a altes temperatures.

- 3) Els COV reaccionen amb monòxid de nitrogen, que és un transmissor químic de mort cel·lular. Si aquest és eliminat, les cèl·lules es moren molt més tard.

La nostra opinió, basada en els resultats dels nostres estudis, és que hi ha una mica de tot plegat.

Què passa quan s'emeten els COV? Quan surten a l'atmosfera poden actuar com a codi de signes, com a llenguatge: són milers de signes i combinats de maneres determinades són interpretables per receptor i emissor. Seguint l'analogia amb el llenguatge, les diferents molècules de COV serien les paraules, que, en combinar-se, generen les frases.

Dins dels isoprenoids, hi ha milers de molècules diferents. Comencem per l'isoprè (que té 5 carbonis, 5C). Dues unitats d'isoprè es combinen en centenars de maneres diferents produint monoterpens (10C) com el betamircè, el betaocimè, el limonè, o l'alfapinè, entre molts d'altres. Els sesquiterpens són combinacions de tres unitats d'isoprè (15C), i en fer aquesta combinació tenim una altra vegada una enorme quantitat de compostos, com l'alfahumulè o el betacariofilè entre molts més.

Les plantes produeixen aquests compostos i de vegades els emmagatzemen en òrgans especials, com els conductes resinífers en les coníferes, els sacs d'oli en els cítrics o els pèls glandulars a les labiades. Però hi ha altres plantes, com les alzines, que no tenen òrgans específics d'emmagatzematge i emeten COV a mesura que els van produint.

El llenguatge dels isoprenoids és complex i molt complet, però no és l'únic que tenen les plantes. Els alcohols, els aldehids, les cetones, els èters o els àcids també contribueixen a aquest llenguatge químic. Tot aquest conjunt de COV constitueix el conjunt de paraules que usen les plantes.

Hem esmentat abans que les plantes emeten aquests compostos a l'atmosfera. Un aspecte que ens interessa molt és comprendre de què depèn l'emissió d'aquests compostos. Hi ha tres factors principals que condicionen l'emissió: la capacitat basal de cada planta d'emissió d'un compost, la temperatura i la llum. Com que la taxa d'emissió augmenta com més llum i temperatura rebí la planta, a les èpoques càlides de la primavera i estiu hi ha molta emissió de COV, i això proporciona una sensible fragància estival.

Algunes plantes poden emmagatzemar els COV en òrgans especialitzats; aquestes plantes tenen una certa independència d'aquests condicionants externs (llum i temperatura), ja que poden fer una certa regulació de l'emmagatzematge, però, tot i així, quan augmenta la temperatura sempre augmenten les emissions (més síntesi, més difusivitat, més evaporació).

Però hi ha altres factors que també modulen les emissions, com la disponibilitat hídrica. Una sequera moderada fa augmentar les emissions, però si la sequera és dràstica, disminueixen els recursos disponibles per a la planta i aleshores aquesta no pot emetre.

Els factors biòtics també modulen les emissions. En els nostres experiments hem comprovat que, si posem una eruga sobre una fulla i aquesta comença a menjar el vegetal, la planta emet una sèrie de compostos (alcohols i aldehids i monoterpens), cosa que constitueix un senyal que la planta està patint.

En altres experiments similars, hem observat que els COV emesos en resposta a la herbivoria atrauen els enemics naturals dels herbívors, com alguns insectes parasitoides. Els parasitoides, interpretant el senyal químic emès per la planta, identifiquen que hi ha una eruga que s'està menjant la planta. Aquestes erugues són els hostes on els parasitoides ponen els ous, així que mitjançant el senyal químic dels COV, els parasitoides identifiquen la presa per pondre-hi els ous. També vam estudiar pomeres afectades per àcars, a l'Empordà. Aquestes pomeres eren afectades per uns àcars herbívors. Vam veure que les pomeres més atacades per àcars herbívors emetien més COV, els quals atreïen unes altres espècies d'àcars que eren depredadors. Per tant, la planta els utilitzava per donar un senyal de SOS quan era atacada pels àcars herbívors. Per veure si els depredadors eren atrets per la presència d'un atac d'herbivoria a les pomeres, vam treballar amb olfactòmetres i vam veure que els àcars depredadors responien desplaçant-se cap a la branca i fulla atacada, en resposta a determinats COV que emetia la planta.

Un altre tipus de comunicació és la que serveix per atraure els pol·linitzadors. Per tant, aquests senyals estan relacionats amb la reproducció de la planta. Amb estudis amb l'olfactòmetre vam estudiar si l'abella de l'espècie *Osmia adunca* només va a plantes d'*Echium* en contraposició a una altra espècie de la mateixa família de port i color similar. Varem veure que els COV servien perquè els pol·linitzadors identifiquessin l'espècie de planta que els interessa.

Els COV s'utilitzen també en la comunicació planta a planta. Si una planta és atacada per un herbívor, comença a emetre compostos que capta la planta veïna i es prepara per rebre un atac sintetitzant compostos de defensa.

També hem fet treballs a escala de comunitat, estudiant un gran conjunt d'individus que es relacionen per relacions mutualistes planta-pol·linitzador (vegeu Jordi Bosch, La xarxa plantes-pol·linitzadors en el manteniment de la vegetació, en aquest mateix volum). En un ecosistema típicament mediterrani, com és la brolla del Garraf, estudiem 23

espècies de plantes i més de 200 espècies d'insectes, i mesurem l'emissió de COV al llarg del temps (de març a juny). La dinàmica que defineix aquest sistema es pot descriure amb el símil del mercat, amb unes pautes governades per l'oferta i la demanda. Les flors estan competint per les visites dels insectes. A principi de temporada hi ha pocs insectes i totes les flors presents intenten atraure els insectes. Per aconseguir-ho han d'accentuar les seves emissions de COV. En canvi, al final de l'estació, hi ha molts insectes i el producte ofert disminueix (hi ha menys pol·len i nèctar). Ho interpretem com que les plantes ja no tenen necessitat de tant «reclam publicitari» i, per tant, no emeten tants COV.

A escala global, cal dir que les emissions de COV estan canviant en anys recents. Molts dels components del canvi global afecten les emissions. L'augment de CO<sub>2</sub> afecta els COV, tot i que encara no se'n coneix ben bé el mecanisme i la intensitat. L'escalfament té un efecte segur i fortíssim, ja que s'ha mostrat arreu que l'increment de la temperatura augmenta l'emissió de COV. La sequera també afecta, tot i que els efectes depenen de la seva intensitat. També el canvi d'usos del territori té un efecte espectacular. Hem treballat en zones tropicals, com a Borneo, on s'han substituït els boscos tropicals per plantacions de palma (per obtenir oli de palma), i hem vist com han augmentat molt les emissions. Això afecta les relacions entre els organismes, tal com s'ha mencionat, però també incideix de manera molt important en la qualitat de l'aire i en el mateix clima.

Aquests canvis globals els estudiem fent mesures i modelització. Ens preguntem: què passa en un món cada cop més fragant? Aquests compostos, si comencen a actuar abans i durant més temps a l'any, i amb més intensitat, poden alterar moltes funcions dels ecosistemes. Es poden donar tot tipus de respostes i moltes vegades aquestes respostes són de tipus exponencial o tenen respostes de llindar. Això fa que no puguem predir bé cap a on van els efectes d'aquests canvis. Augmentaran la protecció de les plantes enfront dels estressos abiòtics? Protegirán les plantes davant dels canvis climàtics que estan en marxa? La seva propietat de defensa i protecció respecte dels patògens i herbívors serà la mateixa o es produirà una confusió dels missatges?

També ens fem preguntes sobre el seu paper a escala més global, com la seva interacció amb altres components de la química atmosfèrica. En augmentar les emissions de COV augmenta la pèrdua de C de les plantes. De manera concomitant, a l'atmosfera els augments d'emissions de COV augmenten les concentracions de l'ozó, del metà i dels aerosols. Tot això afegeix confusió a les prediccions sobre els canvis del clima: els COV tenen un efecte de retroalimentació negativa de l'augment de la

temperatura? O hi ha una retroalimentació positiva? En els boscos tropicals, els aerosols formats per l'emissió de COV es converteixen en nuclis de condensació de l'aigua i poden afectar la pluviositat i reduir la radiació incident. Per tant, el tipus de vegetació afecta les característiques químiques de l'atmosfera i el cicle de l'aigua, i això fa que s'hagi de tenir en compte en els models. Els models de predicció del clima actuals incorporen molts processos, entre ells les emissions de COV, cosa que implica que aquests models van adquirint una multidimensionalitat i multidisciplinarietat cada vegada més gran, d'altra banda, del tot necessària per entendre el que passa en el sistema terra-atmosfera.

## CIÈNCIA I TÈCNICA

La col·laboració —iniciada el 1980— en el camp de l'ecologia urbana entre l'Ajuntament de Barcelona i la Universitat Autònoma de Barcelona ha donat com a fruit l'Aula Permanent d'Ecologia de la Ciutat, iniciada el 1996, entre d'altres. L'Aula d'Ecologia té els seus orígens en el propòsit de consolidar un nucli de debat sobre la qüestió ambiental. Des que es va crear, l'Aula d'Ecologia ha organitzat un cicle de conferències anuals i, des del cicle de 1997, els resums s'han publicat en volums d'aquesta mateixa sèrie.

El present és el catorzè d'aquests volums, ja que una vegada es van publicar dos cicles en un sol volum i no es va fer el resum de les conferències del primer any. S'hi inclouen els resums del cicle de l'any 2011. Entre els temes tractats, hi predominen els que fan referència a l'urbanisme i el verd urbà i a alguns aspectes nous del coneixement ecològic. Josep Maria Palet va parlar de l'arqueologia dels paisatges i es va centrar més especialment en alguns paisatges mediterranis propers. Luis Andrés Orive va narrar la història del cas notable de Vitòria, basat en el concepte de l'anella verda i la posterior evolució cap a la idea de sistema ecològic integrat a escala bioregional. Teresa Batlle ens va proposar un projecte de ciutat autosuficient amb noves tipologies de verd a la ciutat. Estanislau Roca ens va parlar de Montjuïc i la seva interrelació amb la ciutat al llarg de la història. Carme Fiol es va centrar en el projecte realitzat per assolir la integració de Nou Barris. Enric Pol ens va parlar dels aspectes psicològics i socials associats a l'ús de les zones verdes. Sergi García va tractar la biodiversitat urbana barcelonina i els reptes i oportunitats que ens planteja. Jordi Bosch va descriure els estudis que es fan sobre la complexa xarxa de plantes i pol·linitzadors en una brolla del Garraf. Josep Peñuelas va tractar les emissions de gasos per les plantes i la importància que tenen en diversos aspectes, com ara els de comunicació i els relacionats amb el canvi global.

L'Aula Permanent d'Ecologia es manté fidel al seu compromís per tractar temes ambientals rellevants. Els d'aquesta edició 2011 ho són molt. Com sempre, en els resums els lectors hi trobaran aportacions teòriques i ensem exemples concrets, eines metodològiques, resultats de recerca de primera mà i propostes de futur. Tots els ponents van ser curiosament seleccionats per la seva experiència directa sobre els temes tractats. Les sessions, un any més, es van veure enriquides pels debats, amb moltes contribucions per part dels assistents.

ISBN 978-84-490-2867-0



9 788449 028670