

La ciutat química*

Claudi Mans i Teixidó

Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgia, Universitat de Barcelona, a/e: cmans@ub.edu, a/l: http://www.angel.qui.ub.es/mans

1. L'anàlisi química de Barcelona

El químic entra al laboratori i mira mecànicament el calendari. Juny de 13031. Pensa que aquest any és el primer capicua del mil·lenni. Es posa la bata —una màniga, l'altra, l'altra...— i es dirigeix cap a la bola. La sala de gravetat simulada manté en suspensió aquella bola planetària giratòria teletransportada des del sistema solar. La fricció viscoquàntica ha fet que es mantingui en unes condicions observacionals lleument retardades, les del començament del tercer mil·lenni.

Li han encarregat que faci una descripció química d'aquell planeta. Per on començar? Quan els científics van observar la Terra al microscopi per primer cop, els havien cridat l'atenció certes zones on s'acumulaven uns curiosos organismes bípedes, àpters i anurs, i el cap del laboratori va proposar d'iniciar els treballs caracteritzant algunes d'aquestes zones, especialment complexes.

El químic decideix investigar avui una zona intermèdia denominada «Barcelona» en els antics mapes, i situada a uns 40° de latitud nord, ni prop dels pols ni prop de l'equador del planeta: no hi deu fer ni molt fred ni molta calor. Dibuixa amb precisió a la pantalla una regió entre mar, muntanya i dos rius, que té a la realitat aproximadament unes dimensions d'uns 4 quilòmetres d'ample per uns 10 de llarg. Indica a l'aparell una profunditat de tall, uns 15 metres sota la superfície, i en clonocopia tres exemplars en el replicador. Es proposa de fer una anàlisi química d'aquella mostra. Agafa una de les mostres clonades, l'escorre d'aigua, l'eixuga, espolsa tota la terra que porta adherida i en determina la massa en una microbalança. Llegeix un valor de 51.323.567.440 kg. Uns 51 teragrams¹ (Tg), més o menys.

Les anàlisis que ha de fer són destructives: la mostra desapareixerà; però, com que pot anar clonant la mostra inicial, no hi haurà problema. I els organismes de la mostra no notaran res, ja que ha clonat només la matèria i, per tant, les sensacions fisiològiques i derivades, els sentiments i les emocions, continuen funcionant només en l'original. Fent-ho així respecta estrictament les recomanacions del Comitè de Bioètica sobre protecció d'organismes planetaris.

Polvoritza una de les mostres en un morter i la passa per un analitzador elemental, força antiquat. L'aparell subministra ràpidament els valors de carboni, oxigen, nitrogen, hidrogen... És la primera anàlisi química que té d'aquella regió. La segona mostra, la passa per una microsonda, que finalment ja estava reparada, i l'aparell li subministra dades de molts elements. Observa amb satisfacció l'enorme llista de metalls que identifica l'aparell, que arriba fins al 343è, el *seldoni*.² De la major part de metalls n'hi ha quantitats mínimes; només alguns són significatius: ferro, calci, sodi...

Dels resultats de les dues anàlisis en fa una taula amb els principals elements identificats (figura 1). En primer lloc, l'oxigen, quasi la meitat de la massa total. Després el silici i l'alumini, resultat compatible amb la predominança dels materials inorgànics, i especialment els silicats i els materials ceràmics, sobre els materials orgànics. El calci després, amb una proporció molt més baixa. És una mica sorprenent la relativament elevada proporció de ferro, més elevada que en les argiles. D'on deu provenir? El carboni té una proporció baixa, però molt més elevada que la que esperàvem trobar si només hi hagués carbonats.

Però, és clar, amb la composició elemental no n'hi ha prou per determinar les espècies químiques presents a la mostra. Per això agafa el tercer clon i el passa per un complicat sis-

Barcelona té una massa de 51 teragrams, aprox. (51 bilions de grams)	Composició elemental	
	Element	% màssic
	Oxigen	46,06
	Silici	21,54
	Alumini	18,11
	Carboni	4,74
	Calci	4,24
	Ferro	2,92
	Sodi	1,26
	Hidrogen	0,98
	Sofre	0,10
	Nitrogen	0,02

FIGURA 1. Composició elemental d'una ciutat com Barcelona.

* Text de la conferència pronunciada pel doctor Claudi Mans el dia 11 de març de 2003 a la Casa Elizalde de Barcelona, dins el cicle «Mirades científiques de Barcelona».
1. El prefix *tera-* del Sistema Internacional indica un bilió d'unitats, és a dir, 10¹².

2. L'element *seldoni* —inventat per l'autor— rebrà el nom en honor de Hari Seldon, científic i inventor de la psicotàctica, que naixerà i morirà a Helicon (Artur), els anys 11988 i 12069. Aquest personatge és inventat per Isaac Asimov, *Foundation* (1951), trad. cast. Editorial Bruguera, 1976, col·l. «Libro Amigo», núm. 385.

tema acoblat de sincrotó —ressonància de quark—, espectrometria de masses i difracció de raigs XY, que feia poc que havien rebut. La màquina destrueix el tercer clon i al cap d'uns minuts obté la taula de la figura 2, amb les principals espècies químiques que componen aquella ciutat. «Si fa no fa, compostos similars als que eren presents a la nostra ciutat fa uns milers d'anys... Dominen les espècies inorgàniques, però el nombre d'espècies que contenen carboni és molt elevat», pensa. «Una base inorgànica de silicats artificials amb alumini i calci —és a dir, pedres artificials, reforçades amb metalls— i després molts tipus d'aliatges metàl·lics que constitueixen la major part d'objectes. S'hi aprecien polímers orgànics una mica pertot arreu. Una certa abundor d'hidrocarburs molt variats, i sucres, greixos i proteïnes en tots els organismes vius.»

L'aigua es troba pertot arreu, sigui en forma lliure, sigui en forma combinada, o en dissolució. Com el seu company microbiòleg ha demostrat, en aquella zona hi ha molta vida, tant de dia com de nit...

La precisió de la seva anàlisi elemental és excel·lent, però vol corroborar d'una manera indirecta les seves determinacions. Encarrega a la becària que faci un inventari de les principals estructures microscòpiques que hi ha a la mostra que anava analitzant. La noia, amb tota la bona fe, es dirigeix cap a la bola planetària per arrencar-ne la mostra. Per sort, el químic hi és a temps. L'esbronca: «Mai treballis amb la mostra original teletransportada, treballa només amb clons. Per un pèl no ens quedem sense Barcelona...»

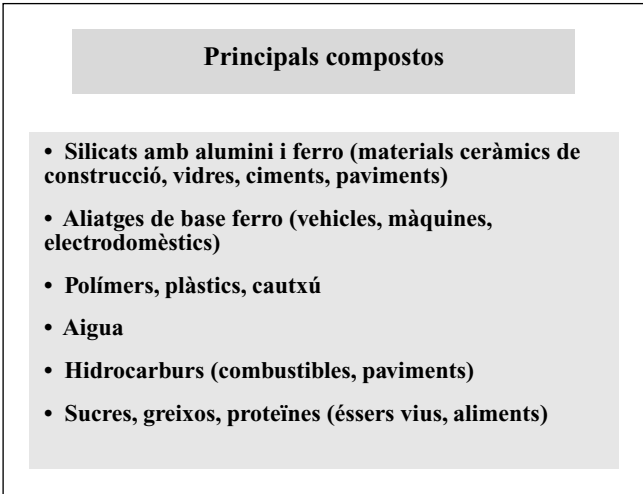


FIGURA 2. Compostos principals d'una ciutat.

Després de clonar novament la mostra, la noia es passa molts dies treballant. Es posa a comptar amb detall diversos tipus d'estructures que observa a la pantalla del microscopi. Organismes bípedes, tetràpodes i alats mòbils, estructures metàl·liques també mòbils però amb rodes, recintes on viuen, entren i surten els organismes, objectes de molts tipus, les superfícies per on circulen els organismes i les estructures, etcètera. Dels centenars d'anàlisis d'imatge que li toca fer, en surt al final una extensa taula, que veiem resumida a la figura 3.

A partir d'aquestes dades, i coneixent la composició química de cadascuna de les estructures elementals i la seva massa mitjana, és fàcil fer el càlcul de quina és la composició elemental de la ciutat. La concordança amb les dades de la figura 1 és excel·lent...³

Però la noia té un dubte. Tot allò que ha observat, analitzat i comptat fins en aquell moment és vàlid només per a l'instant en el qual es fa l'observació, i en canvi ella veu que la mostra és una cosa viva, en la qual entren i surten organismes, es produeixen modificacions contínuament, entren i surten substàncies i objectes per dotzenes de vies obertes o tancades en

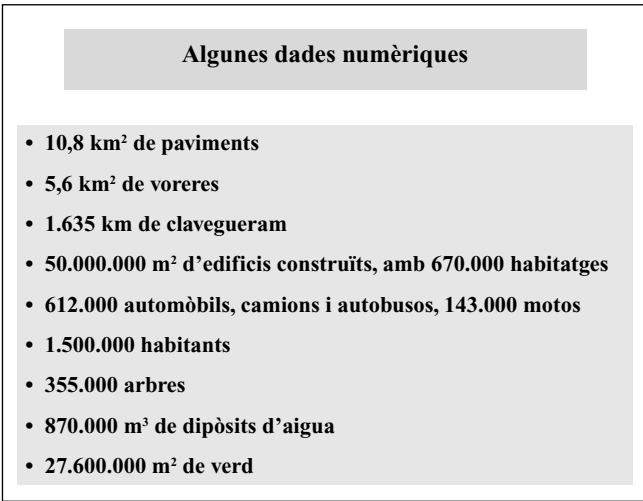


FIGURA 3. Algunes dades de Barcelona.

3. De fet, i com és obvi per al lector, l'autor ha obtingut els valors de la figura 1 mitjançant el càlcul indirecte que ha fet la becària, i amb abundoses hipòtesis i estimacions pròpies sobre la massa mitjana dels barcelonins, sobre quants mobles hi ha a les cases, de quin volum són els dipòsits de les gasolineres, quina és la composició mitjana del ciment usat en la construcció dels habitatges, quant pesa un vagó de metro, i dotzenes d'estimacions més... La precisió de les dades de la figura 1 depèn, doncs, de la bondat de les estimacions fetes, i prego al lector que no hi doni més valor que una simple aproximació.

forma de tubs, o directament volant en fase sòlida, líquida o gasosa. Com s'ho podria fer per abastar una realitat tan complexa i canviant?

Parlant amb el seu cap la becària comença a treure'n l'aigua clara. Ell ja s'havia trobat amb objectes i sistemes complexos, que evolucionen al llarg del temps. I sabia que aquests sistemes evolucionen a causa de dos motius principals: perquè ells mateixos es modifiquen per les reaccions químiques que tenen lloc entre els components del sistema, i també perquè en els sistemes oberts contínuament arriben i surten matèries i organismes a través dels corrents que els lliguen amb l'exterior.

«Ets davant d'un sistema obert. Els sistemes oberts bescanvien matèria i energia amb el seu entorn» —diu a la becària—. «Hi ha dues maneres de caracteritzar un sistema obert. La primera, observant-ne l'evolució al llarg del temps mitjançant l'anàlisi d'alguns components significatius. La segona manera, determinant amb precisió les composicions de les entrades i sortides del sistema i mitjançant un mètode indirecte deduint les variacions que tenen lloc al seu interior. Això és el que faràs a partir d'ara, tots dos procediments.»

La becària veu que la feina que l'espera és enorme, pensa que el seu cap l'està explotant i la vol continuar explotant, i que pels quatre *durilis* de la beca no val la pena treballar tant. Enviarà el seu currículum per extranet, i amb una mica de sort...

2. Barcelona, ciutat oberta

Deixem la becària amb la seva feina i observem la ciutat nosaltres mateixos, amb els nostres ulls i la nostra experiència. Amb una aproximació global com estem fent, barregem, com no pot ser d'altra manera, la química i els aspectes ambientals.

A la ciutat, com veiem a la figura 4, li arriben aliments, combustibles, tota mena de substàncies produïdes fora dels seus límits, i també li arriba aigua i aire, i energia elèctrica i solar. I Barcelona, com a *organisme viu* que podem imaginar que és,⁴ processa aquestes entrades de matèries, les emmagatzema,

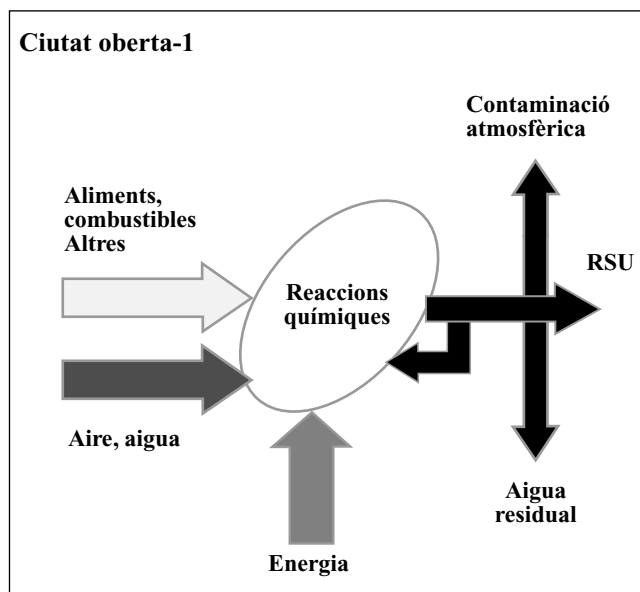


FIGURA 4. Fluxos de matèria en un sistema obert.

algunes les combina amb les substàncies que ja té la ciutat i n'obté nous compostos químics, i també genera energia *in situ*. Alguns dels productes obtinguts són útils, i els aprofitem i els integrem a casa nostra, o a l'entorn urbà, o als nostres cossos; però altres compostos produïts no són aprofitables i constitueixen els residus: aigües residuals, residus sòlids urbans (RSU) i gasos que contaminen l'atmosfera. Aquests residus es queden dins dels límits urbans contaminant l'ambient, o surten fora contaminant l'entorn, llevat que els reutilitzem, que els reciclem o que els depurem.

El nombre de compostos químics que constitueixen els objectes i les substàncies que hi ha en una ciutat, o que hi entren o en surten, és enorme; en comentarem només alguns.

Quantes són les reaccions químiques que tenen lloc a Barcelona? Milers, milions. Dins de cadascun dels nostres cossos tenen lloc constantment complexíssimes reaccions químiques, moltes de les quals encara són desconegudes. A les empreses industrials —no solament a les empreses químiques, també a moltes altres— hi ha dotzenes, centenars de processos amb reaccions de tota mena. A la cuina de cadascuna de les cases s'hi porten a terme dotzenes de processos, amb les reaccions que impliquen, ho sapiguem o no —no cal saber química per fer química... El simple envelliment d'un vi és un conjunt encara no aclarit del tot de reaccions entre centenars de compostos. I així amb tot.

4. D'aquesta idea, Lynn Margulis potser en diria la «hipòtesi Laia»...

Algunes reaccions químiques a la ciutat	
• $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	gas natural
• $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	butà
• $\text{C}_n\text{H}_m + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	gasolina, gasoil
• $\text{C}_x\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$	
• $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	<i>smog</i> àcid
• $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_x$	<i>smog</i> fotoquímic
• $\text{Fe} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$	corrosió
• $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	respiració
• $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$	fotosíntesi

FIGURA 5. Esquemes de reaccions químiques que tenen lloc a la ciutat, molt simplificades.

Si hagués de triar quines són les reaccions que tenen lloc en més abundància a Barcelona —com a qualsevol altra població, en això no hi ha gaires diferències—, jo em quedaria amb les que es representen a la figura 5.

Les tres primeres reaccions són les típiques combustions dels hidrocarburs més comuns, reaccions que consumeixen oxigen. Usem aquestes reaccions per obtenir energia calorífica o energia per al transport: cremem el gas natural (principalment metà, de fórmula química CH_4), el gas butà domèstic (principalment butà, C_4H_{10}) i la gasolina i el gasoil, carburants de vehicles. Aquests darrers tenen una composició variada i variable, per això a la reacció de la seva combustió hi apareix la fórmula química genèrica dels hidrocarburs: C_nH_m . Aquesta reacció genèrica valdria també per a la combustió del fuel d'indústries i vaixells, o del querosè dels avions.

Les tres reaccions consumeixen hidrocarburs i generen diòxid de carboni (dit també anhidrid carbònic, CO_2) i vapor d'aigua (H_2O). Quan en el futur l'hidrogen substitueixi parcialment els hidrocarburs, tant si es crema d'una manera clàssica com si ho fa generant energia elèctrica en una pila de combustible, l'únic producte de la reacció serà el vapor d'aigua.

La quarta reacció de la figura és la combustió de compostos de sofre, presents en petites proporcions en els combustibles, i especialment en el carbó, el fuel i certs gasoils. La combustió produeix diòxid de sofre (SO_2), gas contaminant

que, en l'atmosfera, s'oxida a triòxid de sofre (SO_3) que, amb la humitat ambiental condensada sobre alguna partícula de pols, genera gotetes d'àcid sulfúric (H_2SO_4). Es crea així una boira espessa oxidant denominada *smog* àcid, com es mostra a la cinquena reacció. Els combustibles actuals han reduït la proporció de sofre per evitar-ne la formació.

La sisena reacció es produeix en les combustions. A les altes temperatures dels motors dels vehicles es combina el nitrogen de l'aire amb l'oxigen, amb què es forma una variada gamma d'òxids de nitrogen, de fórmula genèrica NO_x , que a vegades es representa simplement per NO_x . Aquests òxids són la base de la formació de l'*smog* fotoquímic, que es genera en presència de llum solar. Per evitar-lo, als vehicles s'hi instal·len els catalitzadors, que descomponen aquests òxids i donen novament nitrogen.

La reacció següent és una esquematització del conjunt de reaccions que es donen quan els materials metàl·lics no protegits experimenten la corrosió, que té lloc en presència de l'oxigen de l'aire i la humitat. El ferro es transforma en diversos compostos, com l'hidroxid de ferro ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), que redueix la solidesa de les estructures. Això es pot evitar amb recobriments i pintures adequats.

Finalment, el darrer parell de reaccions visualitzen d'una manera simplificada el conjunt de reaccions de respiració i de fotosíntesi, que són en certa manera reaccions contraposades. Per la primera reacció els éssers vivents consumim sucres (representats aquí per la glucosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) i greixos, que, per la respiració, s'oxiden donant diòxid de carboni i vapor d'aigua, que expulsem en la respiració. Mitjançant aquesta reacció obtenim l'energia que necessitem per a viure i treballar. La darrera reacció és la inversa de l'anterior. Les plantes verdes, mitjançant l'energia solar, són capaces de descompondre la molècula d'aigua i, amb el CO_2 de l'aire, transformar-ho tot en sucres, que les plantes acumulen i que després nosaltres i els altres animals usem com a aliment. És la funció clorofil·lica o fotosíntesi.

En totes les reaccions descrites hi trobem l'oxigen, i totes són reaccions d'oxidació-reducció de diversos tipus: combustions, reaccions electroquímiques, fotoquímiques, bioquímiques. Precisament la darrera de les reaccions és la que subministra part de l'oxigen que després actuarà com a reactiu en la resta de reaccions.

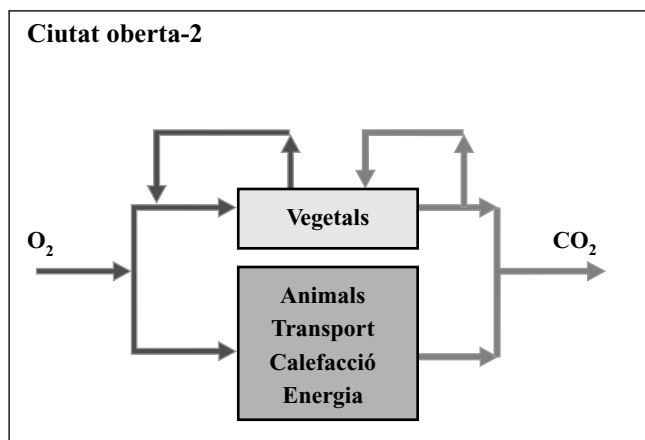


FIGURA 6. Fluxos d' O_2 i CO_2 a la ciutat.

La figura 6 mostra millor aquesta connexió. Tant els animals en la respiració, com els vehicles de transport, o les calefaccions i l'obtenció d'electricitat a les centrals tèrmiques, tots i tothom consumim oxigen i generem diòxid de carboni. Les plantes verdes també consumeixen oxigen en la seva respiració, però mitjançant la fotosíntesi generen també oxigen. Això és el que es vol dir quan es parla que la vegetació és el

pulmó verd de les ciutats. Malauradament, a Barcelona, no més d'un 7 a un 10 % de l'oxigen necessari per a la respiració humana és produït per les plantes de la ciutat, i encara falta tot el que es consumeix en les combustions. Som, doncs, com a ciutat, uns grans «importadors» d'enormes quantitats d'aire net generat en altres zones del planeta, i, per tant, també «exportadors» de diòxid de carboni. Només per la respiració humana en generem unes 350.000 tones cada any.

L'aigua és un dels compostos químics més universals. La trobem en molts tipus de reaccions; comproveu-ho a la figura 5. L'aigua és, en quantitat, el segon dels nostres aliments quotidians, mentre que el primer és l'aire. Necessitem aigua per al nostre metabolisme, i també en produïm i n'excretem per la suor, l'orina i la respiració. Malgrat això, la major part de l'aigua de la ciutat no està implicada en les reaccions químiques del nostre metabolisme, sinó que s'usa com a element per a neteja personal, dels edificis, dels vehicles i dels carrers; com a element de transmissió de calor en calefaccions, calderes de vapor, circuits de refrigeració de vehicles i d'indústries, etcè-

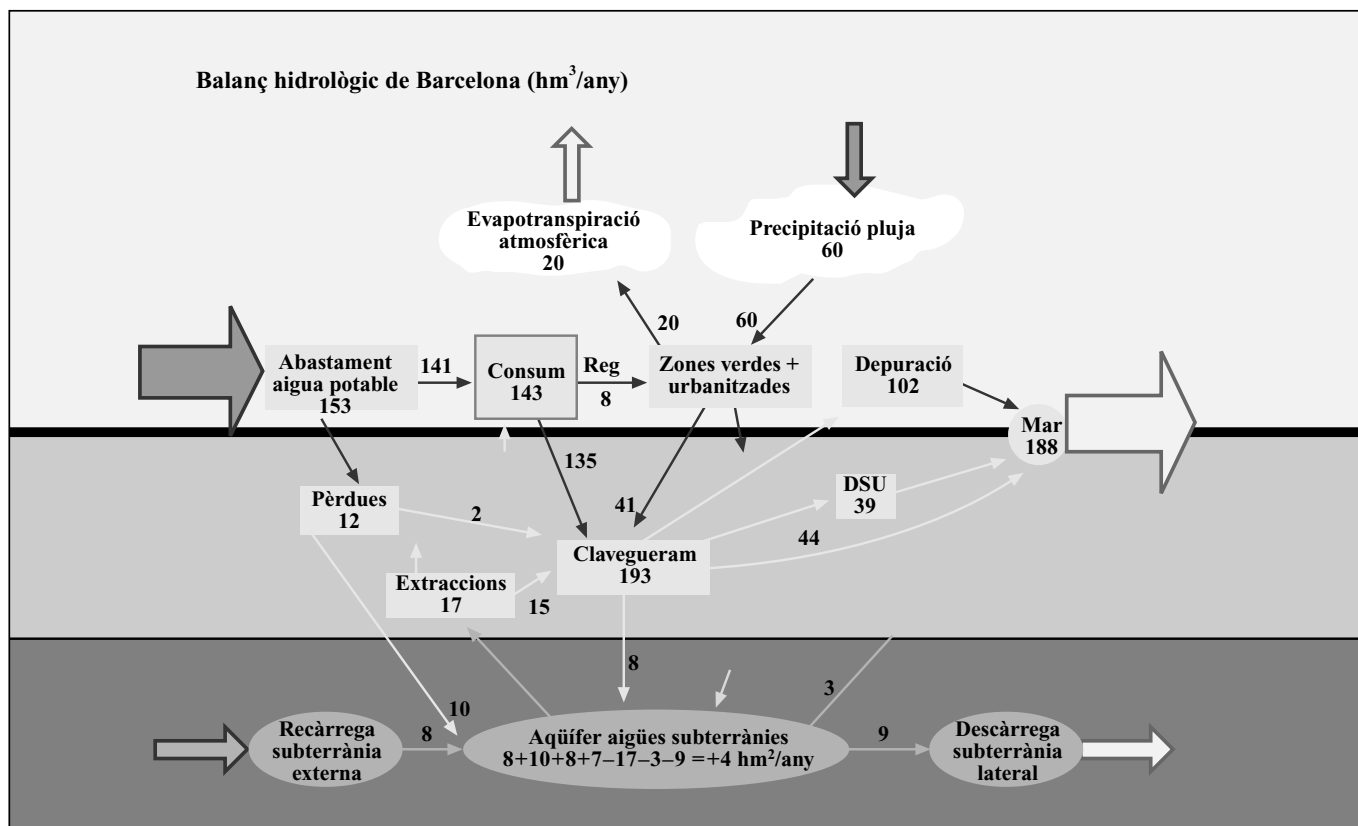


FIGURA 7. Balanç hidrològic de Barcelona. Font: Ajuntament de Barcelona.

tera. Si l'aigua *metabòlica* són alguns litres diaris per persona, l'aigua *cultural* són centenars de litres, molts dels quals innecessaris i superflus.

La gestió integral de l'aigua és un tema summament important i complex. La figura 7 resumeix el flux anual d'aigua a Barcelona. Hi veiem que, de les tres entrades d'aigua, la principal és l'abastament d'aigua potable (153 hm³/any), mentre que la precipitació sobre la ciutat és únicament de 60 hm³/any, que a més tan sols s'aprofita en una petita part. La major part de l'aigua neta circula per canonades. El reg només en consumeix 8, i el consum domèstic i industrial és de 143, molt superior. Però cal tenir en compte que la major part de l'aigua, en sentit químic, no es consumeix, sinó que simplement s'embruta, però continua essent aigua. Tota aquesta aigua més o menys contaminada va a parar al clavegueram juntament amb la de pluja. La major part d'aigua és depurada i va al mar, i només una petita part recarrega l'aqüífer d'aigua subterrània. Aquestes xifres varien d'un any a l'altre, i aniran canviant a mesura que es dissenyin noves polítiques i instal·lacions per a la recuperació d'aigua, però ens il·lustren clarament la nostra dependència dels subministraments externs, que només seran evitables si s'empren unes adequades polítiques d'estalvi individual i col·lectiu.

Els hidrocarburs són un grup de substàncies molt presents a la ciutat. El gas natural, majoritàriament metà, arriba als habitatges i a les indústries mitjançant la xarxa de canonades a baixa pressió, procedent dels grans dipòsits de gas natural líquid del port (vegeu la figura 13). En canvi, el butà i el propà es distribueixen en envasos individuals en fase líquida, a una pressió mitjana. Els hidrocarburs líquids usats com a carburants dels vehicles arriben als dipòsits del port procedents de les refineries, i es distribueixen en camions cisterna fins a les gasolineres, on es venen per als vehicles particulars. A diferència de l'aigua, aquests productes sí que es consumeixen totalment en usar-se, i passen a diòxid de carboni i vapor d'aigua.

Tot el que ens envolta, tot el que som, són materials i productes constituïts per compostos químics. N'hi ha tants de diferents —en el moment de publicar-se això se n'han descrit més de vint-i-tres milions, si bé només alguns milers són comercials—, que anar-los rastrejant per la ciutat seria una feina inacabable i fora de l'objectiu d'aquest treball.

3. La ciència i la indústria química a la Barcelona d'abans i d'ara

De sempre a Barcelona —i a tot arreu— hi ha hagut reaccions químiques, hi ha hagut productes químics i hi ha hagut processos químics, naturals o provocats per l'home. Per tant, de sempre a Barcelona —i a tot arreu— hi ha hagut química. Si hi ha matèria, hi ha química.

Però, en un sentit més limitat, la química com a ciència és present a Barcelona des del moment en què s'inventa el concepte. En donarem una panoràmica molt simplificada, que el lector podrà ampliar amb la bibliografia citada. Al marge de l'activitat dels alquimistes de les edats mitjana i moderna, al llarg del segle XVIII va arribar a Catalunya el moviment enciclopèdista, i la burgesia catalana va generar lligams amb els estudis de Tolosa de Llenguadoc i Montpeller, vies d'entrada de la Il·lustració i de la ciència. La creació de la Junta de Comerç de Barcelona, el 1763, amb la seva Escola de Química (1802), i de la Reial Conferència de Ciències el 1765 —que canvià el nom el 1770 per Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona—, foren dues fites importants en la introducció i difusió de la ciència —i, per tant, de la química— a Barcelona. Diverses figures destacades hi participaren: el noble i científic Antoni de Martí i Franquès (Altafulla, 1750 – Tarragona, 1832), el farmacèutic i metge Francesc Carbonell i Bravo (Barcelona, 1758–1837) i el doctor en química Josep Roura i Estrada (Sant Feliu de Guíxols, 1787 – Barcelona, 1860), entre d'altres. Fou Roura qui el 1826 féu a la Llotja la primera demostració d'il·luminació per gas. Més endavant, el gas derivat del carbó il·luminaria un bon tram de la Rambla.

La Universitat de Barcelona, un cop restaurada la seva seu a la ciutat, procedent de Cervera, fundà el 1845 la Facultat de Farmàcia, on s'impartia la química requerida pel medicament, i el 1857 la Facultat de Ciències, amb la llicenciatura en química a partir del 1922. Alguns dels químics universitaris més destacats en foren Francesc Domènech i Maranges (Barcelona, 1829–1904), Eugenio Mascareñas Hernández (Almagro, 1853 – Barcelona, 1934), Antoni Garcia i Banús (València, 1888 – Caracas, 1955) o Miquel Masriera i Rúbio (Barcelona, 1901–1981).

Les necessitats específiques de formació química per a la indústria van portar la Mancomunitat de Catalunya a la fun-

dació, el 1916, de l'Escola de Directors d'Indústries Químiques, dirigida per Josep Agell i Agell (el Masnou, 1882 - Barcelona, 1973) i també de l'Institut Químic de Sarrià (IQS), dirigit durant quaranta anys pel jesuïta Eduardo Vitoria i Miralles (Alcoi, 1864 - Barcelona, 1958). Després de la Guerra Civil, pot destacar-se a partir del 1948 la fundació del Patronato Juan de la Cierva, del CSIC, centre de recerca en química, amb destacats científics com Josep Pascual i Vila (Mataró, 1895 - Barcelona, 1979) o Manuel Ballester i Boix (Barcelona, 1919).

Actualment, a Barcelona la docència i la recerca en química, bioquímica, ciència de materials, ciències ambientals o enginyeria química són de gran nivell, i es porten a terme principalment a la Facultat de Química de la UB, a l'Institut d'Investigacions Químiques i Medioambientals de Barcelona del CSIC, a l'Escola d'Enginyers Industrials de la UPC o a l'IQS, i, fora de la Barcelona estricta, a la Facultat de Ciències de la UAB i als centres del CSIC del campus de Bellaterra. Nous models d'institucions com els serveis científicotècnics de les universitats, o el Parc Científic de la UB, vinculen la recerca a la indústria, en una confluència d'interessos molt productiva i amb grans perspectives de futur.

El procés d'industrialització català i barceloní va ser similar al de moltes altres regions i ciutats d'Europa, si bé amb força retard i sense vinculació amb els centres universitaris locals. Al llarg del segle XIX van anar-se instal·lant a Barcelona i als pobles del seu entorn —molts dels quals avui integrats a la ciutat— tot un conjunt de petites empreses d'importació o de fabricació de productes químics auxiliars per a la indústria, per a l'agricultura i per a la llar. Per exemple, fabricaven àcid sulfúric a Barcelona Ramon Casanovas i Eudald Comià al pla de Barcelona des del 1817, Francesc Ramon Xiqués al Clot entre el 1822 i el 1850, o Joan Gualbert Subirà al barri del Raval entre el 1845 i el 1860. François Cros (Montpeller, 1768 - Barcelona, 1831) fundà a Sants el 1822 la seva empresa de productes químics, i a partir del 1828 instal·là les seves cambres de plom per fer sulfúric. El seu fill, Joan Timoleont Cros (? - Barcelona, 1862), féu créixer l'empresa, i el nét Amadeu Cros (Barcelona, 1842-1916) traslladà la fàbrica a Badalona (1874) i fundà la Societat Anònima Cros (1904), la principal empresa química catalana i espanyola durant molts anys, amb la seva coneguda seu central a la cruïlla passeig de Gràcia - Aragó.

Es podrien citar moltes altres indústries de productes químics. Per exemple, Ramon Monroig feia derivats industrials i extractes de farines a Sants des del 1841; Hipòlit Berrens féu pigments per a pintures a Gràcia entre el 1850 i el 1896; Leopold Sagnier i Vero Vidal fabricaven anilines al Poblenou des del 1881, i Bartomeu Pons féu àcid tartàric a Sants a partir del 1845.

Sant Martí de Provençals —integrat a Barcelona el 1897— és un important nucli industrial, amb força producció química, juntament amb Badalona. Pere Catasús hi instal·là el 1868 la primera refineria de petroli catalana, per a la producció d'olis, i a partir del 1900 obtingué gasolines per als primers vehicles amb motor d'explosió i instal·là cinc gasolineres a les sortides de Barcelona per carretera. La refineria cessà el 1927 en crear-se el monopoli de CAMPSA. Per la seva banda, Folch i Albinyana hi instal·laren una fàbrica d'alcohol a partir de blat de moro (1879) i una altra de gel artificial (1890), i Georges Foret hi fabricà glucosa (1890), i aigua oxigenada, àcid acètic i glicerina a partir del 1901 (figura 8). Altres indústries de sectors afins, com diverses empreses metal·lúrgiques (Can Girona) o de vidre, també s'hi ubicaren, flanquejant les vies del ferrocarril.

La fabricació de gas per a l'enllumenat dels carrers i per a ús domèstic ha estat una de les principals indústries a Barcelona que actualment continua tenint molta importància, si bé amb altres noms i altres productes. Després de les demostracions de Roura, l'empresa Societat Catalana per a l'Enllumenat per



FIGURA 8. Vista parcial de la fàbrica de productes químics de M. i G. Foret, el 1921.

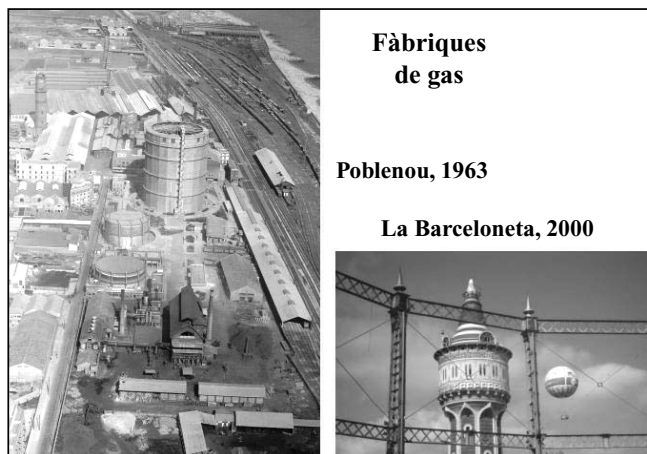


FIGURA 9. Fàbrica de gas al Poblenu (esquerra); esquelet d'un gasòmetre a la Barceloneta (dreta).

Gas de Charles Lebon construï a la Barceloneta una fàbrica de gas a partir de carbó i il·luminà alguns carrers barcelonins des del 1842. Després de diverses vicissituds, el 1912 es crea finalment Catalana de Gas i Electricitat, principal empresa gasista catalana, que modernament ha esdevingut Gas Natural (figura 9). La primera central tèrmica —amb carbó— per a la producció d'electricitat de l'empresa Dalmau i Xifra, s'instal·là a la Rambla el 1875, i fou substituïda el 1913 per la central de Mata, al Paral·lel.

Com a exemple de fabricació de productes quotidians podem citar la fàbrica de perfums de Renaud Germain, creada el 1847 en plena Rambla, i desplaçada després a Sants; o el laboratori de productes farmacèutics de Salvador Andreu i Grau, el popular doctor Andreu (Barcelona, 1841–1928); o el laboratori de Joaquim Alomar i Joan Uriach, a partir del 1872 al barri antic de Barcelona, i origen dels actuals laboratoris Uriach.

Abans de la Guerra Civil s'havien instal·lat a Barcelona diverses seus de les principals empreses químiques europees, que comercialitzaven els seus productes a les indústries locals. Bayer, BASF, Hoechst, Agfa, Sandoz, Solvay, CIBA en són alguns noms. Moltes d'aquestes empreses, o les que se n'han derivat, continuen tenint la seu central espanyola o ibèrica a Barcelona.

Al començament dels anys cinquanta del segle xx la ubicació de les indústries havia variat lleugerament (figura 10). La major part d'indústries del centre de Barcelona l'han abandonat i tenen noves ubicacions a la perifèria, especialment a Sant Martí, Sant Andreu, el Bon Pastor, Badalona o el Prat de Llobregat. Al llarg del front marítim en direcció a Badalona s'ubiquen les fàbriques de gas i de producció d'electricitat (cen-

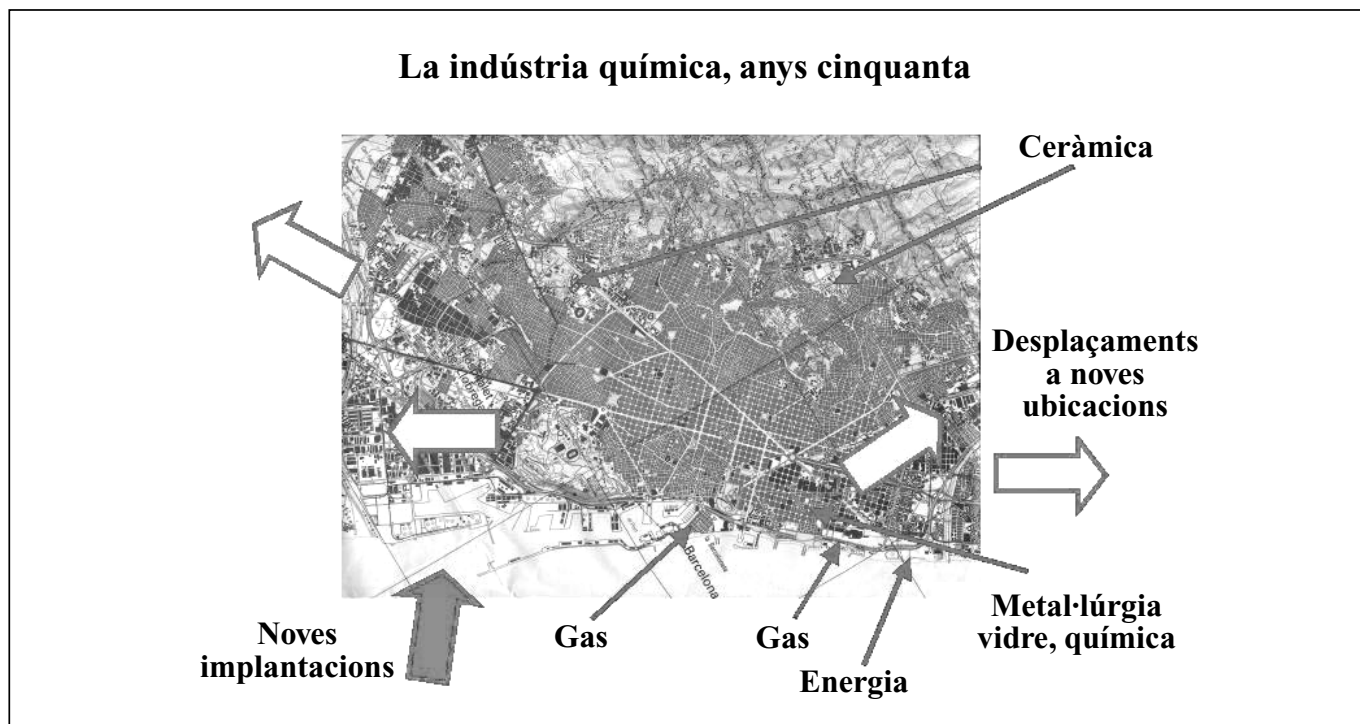


FIGURA 10. Ubicacions de la indústria química a la Barcelona dels anys cinquanta.

trals de La Catalana i d'Hidroelèctrica de Catalunya). El port és la principal entrada de combustibles (carbó, fuel) i carburants (gasolina, gasoils).

La Zona Franca es crea el 1926, però és un organisme força inoperant fins després de la Guerra Civil. El 1962 se'n creà el polígon industrial, que oferí un espai considerable a diverses indústries químiques de pintures, de detergents i altres, moltes de les quals hi continuen ubicades. Per completar el panorama, afegirem que en diferents ubicacions del municipi (Pedralbes, Horta) hi havia bòbiles per a la producció de rajoles, alguna de les quals continua encara en activitat.

El desenvolupament econòmic de les dècades del 1960 i 1970 genera una activitat considerable de modernització, concentració i generació de noves indústries, amb l'aparició de nous centres i polígons industrials, especialment al Vallès i al Baix Llobregat, i l'entrada de moltes multinacionals. La façana marítima de Barcelona, Sant Adrià i Badalona es potencia com a zona de serveis, amb les noves centrals de FECSA, que cremen lignit de Cercs, i el moll d'inflamables al port – Zona Franca. Per iniciativa de Pere Duran Farell es crea Gas Natural (1968), que distribueix metà en lloc del gas ciutat derivat de naftes. El metà arriba liquat al port, a temperatura molt baixa,

La Catalana i la incineradora

1973

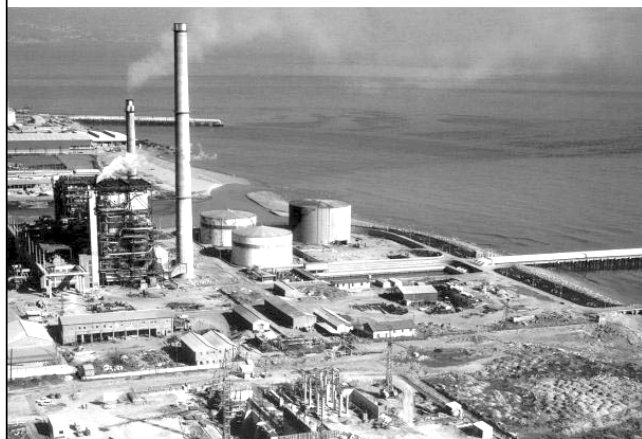


FIGURA 11. La central tèrmica de La Catalana i la incineradora de residus sòlids urbans, el 1973.

en vaixells metaners procedents d'Algèria i de Líbia. Es crea una xarxa de gasoductes a Barcelona i els voltants i s'inicia la instal·lació del gasoducte a alta pressió que per la vall de l'Ebre es dirigeix al País Basc i seguint la costa arriba a València. Aquest gasoducte fou l'inici de l'actual xarxa espanyola, connectada amb el Magrib i amb França i la resta d'Europa.

La indústria química, anys noranta

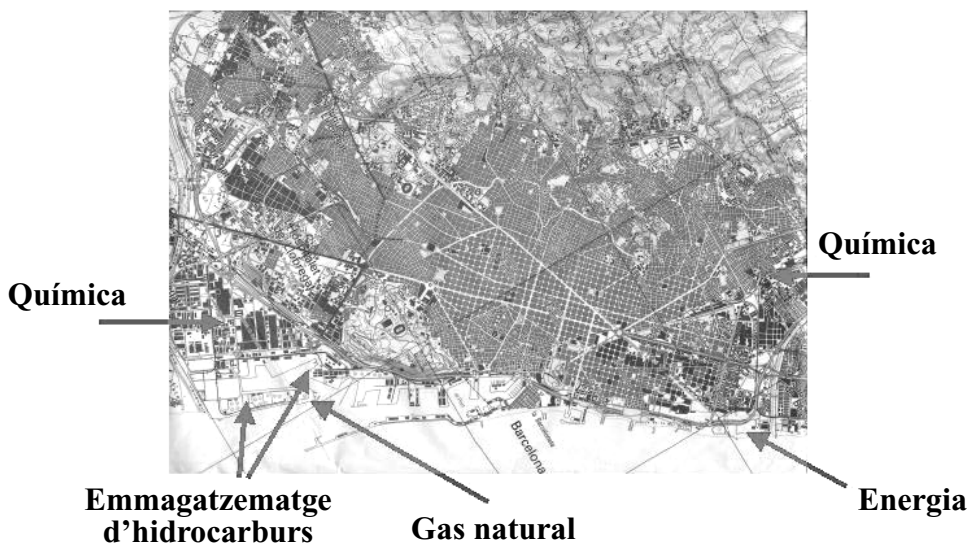


FIGURA 12. Ubicació de les indústries químiques a la Barcelona dels anys noranta.

El port, magatzem d'hidrocarburs

Terminals químiques

Moll d'inflamables

CLH

Gas natural

2000



FIGURA 13. Emmagatzematge d'hidrocarburs al port, el 2000.

La industrialització i la preocupació per la contaminació induïxen a la generació de diversos serveis: la depuradora del Bogatell —avui desapareguda arran de la creació de la Vila Olímpica el 1992—, la depuradora del Besòs, la incineradora d'escombraries (figura 11) o les instal·lacions d'emmagatzematge de productes químics i inflamables del port, instal·la-

cions que actualment es troben en clar procés de creixement, com totes les activitats relacionades amb la logística. Una bona part de les aigües que anaven al mar sense depuració per les antigues rieres són ara depurades, i ho seran en la totalitat amb la posada en marxa de la depuradora de la Zona Franca.

El Besòs, zona de serveis

Depuradora d'aigües residuals

Incineradora de RSU

Centrals de FECSA

Central de La Catalana



FIGURA 14. Serveis urbans de tractament al voltant del Besòs, abans del Fòrum.

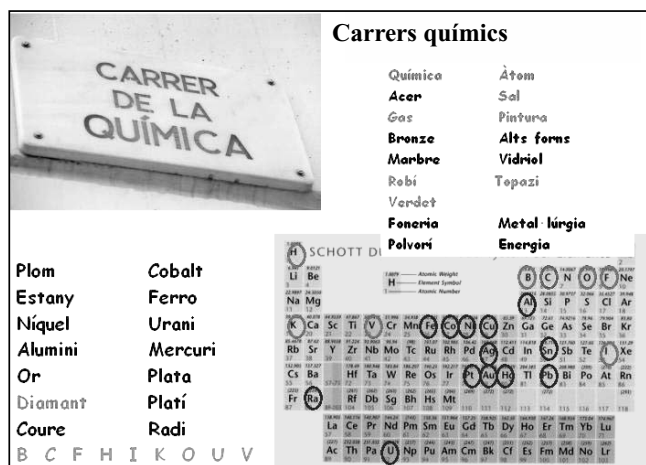


FIGURA 15. Carrers amb noms vinculats a la química.

En aquests moments, el mapa de la química a Barcelona ha seguit les tendències de terciarització ja apuntades, i visualitzades a la figura 12. Només hi ha dos nuclis d'indústria química al municipi: el de la Zona Franca, ja descrit, i un petit nucli al Bon Pastor, en procés de desaparició parcial per les obres del TGV de Sant Andreu – la Sagrera. El front marítim continua concentrant l'emmagatzematge d'hidrocarburs al voltant del port – Zona Franca (figura 13), i el sector del Besòs continua

concentrant serveis de producció d'energia i de tractament de residus (figura 14). A més, Barcelona continua essent la seu de diverses empreses químiques multinacionals i així mateix s'hi ubiquen seus i laboratoris d'indústries farmacèutiques, cosmètiques i de perfumeria. Aquestes empreses (Almirall-Prodesfarma, Ferrer, Esteve, Uriach, Antonio Puig...) són, juntament amb el grup Seda, Ercros o Titán, i poques més, les úniques grans empreses de capital local basades en la química.

En la toponímia local, diversos carrers de Barcelona tenen una vinculació amb la ciència química, amb la indústria química i amb els homes i dones que hi han fet contribucions. La figura 15 resumeix els carrers que tenen noms d'elements químics —especialment metalls: de l'or al plom, del mercuri a l'urani—, a la Zona Franca; de diversos compostos químics o minerals —robi, marbre, vidriol, bronze—, dispersos per tot Barcelona; de tècniques o aparells químics —alts forns, foneria, metal·lúrgia—, o fins i tot de símbols químics (C, B, K, ...).⁵

Pel que fa a noms il·lustres, hi ha tretze noms de carrers dedicats a químics o industrials químics, distribuïts per tot el mapa local. Tots són d'aquí, o vinculats a Catalunya. Només són estrangers dos noms: Marie Curie i Alfred Nobel. No són gaires...

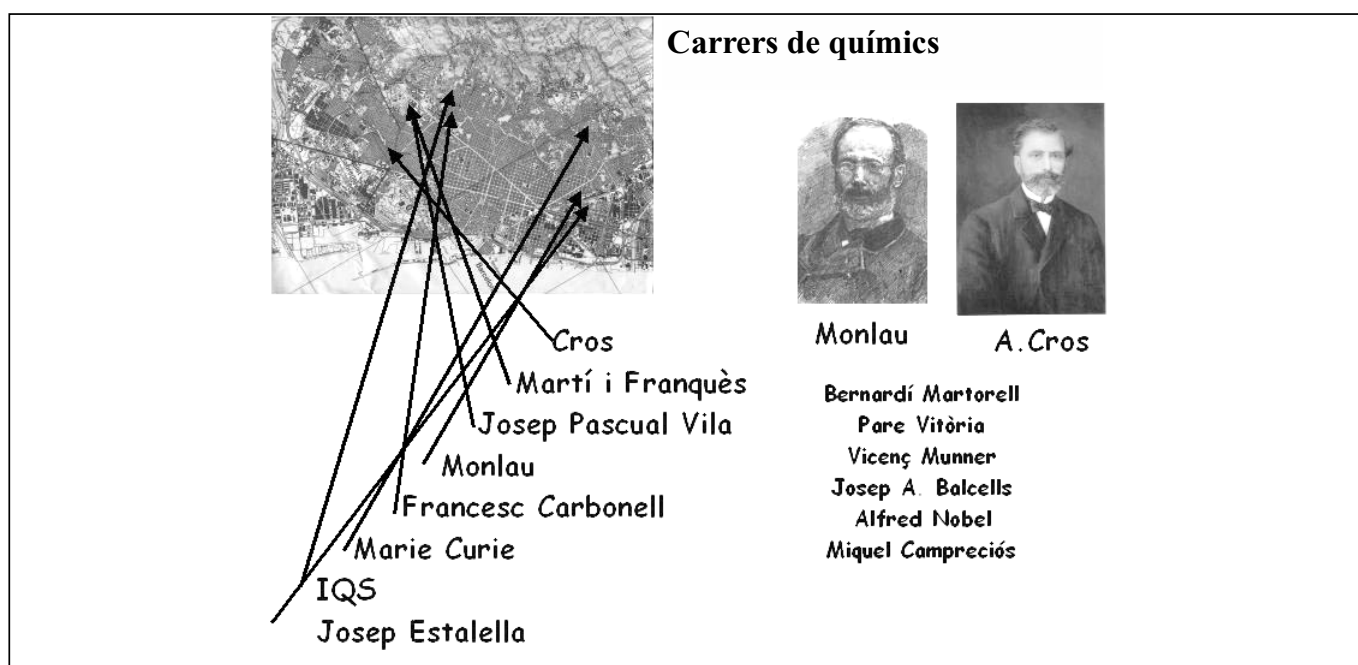


FIGURA 16. Carrers amb noms de químics o d'industrials químics.

5. Aquesta darrera afirmació és una broma. A la Zona Franca, per simplificar, molts carrers tenen simplement noms de lletres, de la A a la Z. Com a Nova York,

però allà són números. Qui no recorda el carrer 42, o la 5a Avinguda?

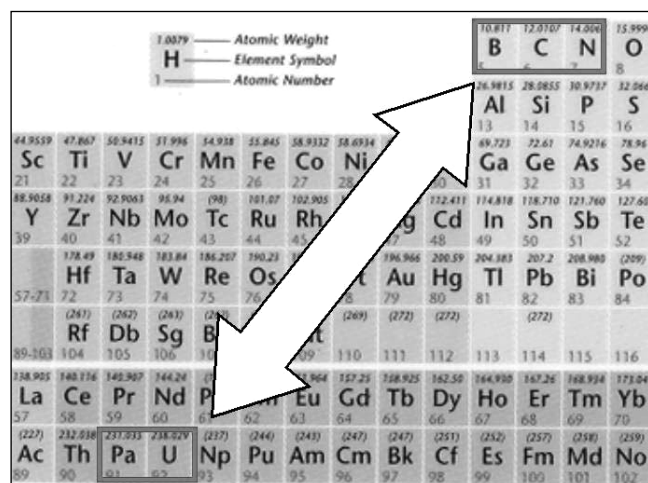
6. La Guerra de l'Iraq començà el 20 de març de 2003.

D'altra banda, ja és ben curiós. Barcelona, una de les principals ciutats que es mobilitzen contra la guerra, honora només dos químics de renom internacional, i són justament l'inventor de la dinamita, base de molts explosius militars, i la principal investigadora de la radioactivitat, font de les armes nuclears. Quina contradicció... aparent. Perquè la dinamita i els seus derivats, que s'usen com a explosius militars, s'usen també —i en molta més quantitat— en l'enginyeria civil, en la mineria, en les obres públiques, per a instal·lacions en benefici de tots. I la radioactivitat, fenomen en què es basen les armes nuclears, és el mateix fenomen en què es basen la radioteràpia, les radiografies sanitàries, les radiografies industrials per a validar soldadures...

És una contradicció? No; és un exemple més de l'ambigüïtat de la química als ulls de la població, que vol la qualitat de vida que la química li ha portat, però no vol que la química li continuï portant qualitat de vida...

4. Final

La taula periòdica dels elements és un instrument que els químics usem per ordenar els elements: en tabula les propietats,



1.0079 — Atomic Weight
H — Element Symbol
1 — Atomic Number

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		
Rf	Db	Sg	Bh	Ht	Rf	Db	Sg	Bh	Ht	Rf	Db	Sg	Bh	Ht	
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

FIGURA 17. Un missatge a la taula periòdica.

mostra determinades relacions i permet descobrir similituds, analogies..., entre aquests elements. Als ulls del profà, la taula periòdica és un dibuix més o menys atractiu, una mena de tarot.

I... per què no? Busquem-hi relacions numerològiques o simbòliques. A cop d'ull, hi podem descobrir un missatge clar. Si ens mirem una taula periòdica, ràpidament hi llegim, a la segona fila, els elements 5, 6 i 7, és a dir, el bor, el carboni i el nitrogen. En símbols, B, C i N... Sí, BCN!

Mirem ara, a la darrera de les files, els elements 91 i 92. Protactini i urani; en símbols, Pa i U. Sí, PaU!

Convindreu amb mi que trobar a la taula periòdica el missatge «BCN PaU» el febrer del 2003 té un no sé què, oi?...⁶

Bibliografia

- ACEBILLO, Josep; FOLCH, Ramon [dir.]. *Atles ambiental de l'àrea de Barcelona*. Barcelona: Ariel, 2000. 439 p.
- CABANA, Francesc. *Fàbriques i empresaris*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 1992. 4 v.
- DURAN, Xavier; PIQUERAS, Mercè. *Passejades per la Barcelona científica*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, 2002. 362 p.
- GUÀRDIA, Manel. *Barcelona. Memòria des del cel*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona: Generalitat de Catalunya: Lunwerg, 2002. 306 p.
- MANS, Claudi. *Petita història de la química a Catalunya*. Barcelona: Mediterrània, 2002. [Amb dibuixos de Pilarín Bayés]
- NADAL, Jordi; MALUQUER DE MOTES, Jordi; SUDRIÀ, Carles [dir.]; CABANA, Francesc [coord.]. *Història econòmica de la Catalunya contemporània*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 1994. 6 v.
- PARÉS, Margarida; POU, Gisela; TERRADAS, Jaume. *Descobrir el medi urbà. 2. Ecologia d'una ciutat: Barcelona*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, 1985. 198 p.
- RIERA I TUÈBOLS, Santiago. *Síntesi d'història de la ciència catalana*. Barcelona: La Magrana, 1983. 345 p.