





# JEAN MARIE LEHN

---

per Marc Borràs

**E**N L'ACTUALITAT, QUALSEVOL QUÍMIC POT SINTETITZAR AL LABORATORI QUALSEVOL COMPOST NOU. ERA I ENCARA ÉS UN DELS MILLORS EXEMPLES QUE LA CIÈNCIA BÀSICA QUASI SEMPRE SOL ANAR UNA MICA PER DAVANT DE LES CONSTRUCCIONS TEÒRIQUES. PERÒ ES NECESSITAVA EL LLENGUATGE I ELS INSTRUMENTS ANALÍTICS ADEQUATS PER A ASSENTAR LES BASES TEÒRIQUES D'AQUESTA NOVA QUÍMICA. I ACÍ ÉS ON HA INTERVINGUT DECISIVAMENT EL NOSTRE ENTREVISTAT. AQUEST PROFESSOR DE L'INSTITUT LE-BEL DE LA UNIVERSITÉ LOUIS PASTEUR D'ESTRASBURG HA ESTAT, *DE FACTO*, EL CAPPARE D'UNA DISCIPLINA INCIPIENT: LA QUÍMICA SUPRAMOLECULAR. UNA ÀREA FRONTERERA DE CONEIXEMENT QUE PERMET L'ESTUDI DE LA MOLÈCULA INDIVIDUAL TANT COM EL DE LES ASSOCIACIONS POLIMOLECULARS QUE TANTA IMPORTÀNCIA TENEN EN LA MAJORIA DE LES INTERACCIONS DE LA NATURALESA. D'ACÍ LES —INEVITABLES— RELACIONS DE LA QUÍMICA SUPRAMOLECULAR AMB D'ALTRES ÀREES COL·LATERALS DE CONEIXEMENT: NO NOMÉS AMB LES ALTRES ESPECIALITATS QUÍMIQUES, SINÓ TAMBÉ AMB LA FÍSICA I, ESPECIALMENT, LA BIOLOGIA. NO DEBADES ELS AGREGATS PLURIMOLECULARS TENEN TANTA IMPORTÀNCIA EN ELS PROCESSOS BIOLÒGICS. EL 1987 LEHN VA REBRE EL PREMI NOBEL DE QUÍMICA PER LA SEUA CONTRIBUCIÓ AL DESENVOLUPAMENT D'AQUESTA NOVA DISCIPLINA. DE LA QUÍMICA SUPRAMOLECULAR, DE L'INGENT VENTALL D'APLICACIONS (FARMACÈUTIQUES, MÈDIQUES, ETC.) QUE SE LI OBRE AL DAVANT, DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA EUROPEA O DE LES DIFICULTATS QUE IMPLICA LA CREACIÓ DE TOTA UNA ARQUITECTURA TEÒRICA, HEM PARLAT AMB LEHN TOT APROFITANT LA SEUA VINGUDA A VALÈNCIA PER DONAR UNA CONFERÈNCIA DINS DELS ACTES DEL CENTENARI DELS ESTUDIS DE QUÍMICA DE LA NOSTRA UNIVERSITAT.

## LA SOCIOLOGIA DE LES MOLÈCULES



# LEHN I LA QUÍMICA SUPRAMOLECULAR

Jean-Marie Lehn és un investigador que trenca les pautes clàssiques dels científics de la darrera meitat del segle XX. La seua investigació no es lliga a un tipus de treball concret ni a una tècnica determinada. Ell és, segurament, el creador del llenguatge i de la base conceptual de la Química Supramolecular, una àrea fronterera entre el coneixement químic de les molècules, com a unitats individuals, i el de les associacions polimoleculares. En aquestes organitzacions, els seus components són capaços de transmetre's informació química tot donant *supermolècules* (*ubermolekulen*) amb característiques químiques i físiques determinades; una proteïna podria constituir un clàssic exemple d'aquestes associacions. Per tant, aquest camp d'investigació presenta una extraordinària interrelació, no només amb les diferents branques acadèmiques de la Química (Orgànica, Inorgànica, Química Física, etc.) sinó també amb altres disciplines científiques, fonamentalment la Biologia i la Física.

Actualment, si disposem del coneixement, la imaginació i el suport econòmic suficients, podem sintetitzar al laboratori pràcticament qualsevol mena de compost nou. En aquest sentit, el químic té, dins aquest camp, un paper fonamental, ja que pot dissenyar molècules amb funcions químiques capaces de reconèixer-se i agregar-se de manera complementària.

Per a realitzar aquesta tasca, el químic necessitava el llenguatge i les eines conceptuais que li permetessen d'establir les bases d'aquesta química, i és en aquest punt on el treball del professor Lehn assoleix tota la seua significació i extensió.

Així, un dels exemples més senzills de reconeixement molecular és la discriminació selectiva de ions esfèrics (alcalins, alcalinoterris, etc.) segons el seu volum. El 1969, Jean-Marie Lehn i el seu equip de treball va abordar, a Estrasburg, aquest desafiament mitjançant la preparació d'una sèrie de receptors als quals anomenà criptands. Aquests compostos es caracteritzen per presentar cavitats intramoleculares aïllades, les dimensions de les quals podien ser modificades sintèticament, de manera que s'acoblessen a un ió esfèric o a un altre, fonamentalment, segons el seu volum. Aquest descobriment, que fou complementari als dels èters corona realitzat per C.J. Pedersen, també guardonat amb el Nobel de Química el 1987, fou d'especial transcendència. La química de coordinació dels ions alcalins era fins aleshores pràcticament desconeguda, a pesar de la importància que aquests tenien, per exemple, en els processos de transport de senyals nerviosos i en els processos energètics dels organismes vius. D'aleshores ençà, s'ha realitzat un vastíssim treball en la comprensió dels efectes que les funcions moleculars tenen en les associacions intermoleculares i en la definició de les característiques químiques de les anomenades supermolècules. Així, per exemple, s'han dissenyat mètodes sintètics per a preparar molècules capaces de reconèixer substrats de qualsevol forma i volum. La nomenclatura d'aquests receptors desafia moltes voltes les regles tradicionals de la IUPAC (Unió Internacional de Química Pura i Aplicada), i han rebut noms trivials (sobrenoms) tan curiosos com ara: sepulcrats, escorpiands, collars, ciclofans, esferands, papallones, katapinands, carcerands, calzes, etc.

En aquest treball ha participat tant el grup del professor Lehn com nombrosos equips d'investigació de tot el món. Tanmateix, cal destacar que les aportacions realitzades per Lehn han marcat, en gran part, la pauta de les investigacions i, sobretot, les grans idees futures que cal desenvolupar. Lehn s'ha anticipat al seu temps i ha aconseguit que les seues idees traspassen les parets del seu laboratori i tinguen gran repercussió en l'àmbit científic internacional.

Les perspectives de desenvolupament que aquesta química ofereix són extraordinàries. Per a remarcar aquest fet, el mateix Lehn, amb motiu de la concessió del premi Nobel, acabà la seua conferència citant un refrany xinès atribuït a Han Yu: "Qui s'asseu en el fons d'un pou per contemplar el cel, el trobarà petit." El treball del professor Lehn segurament ha ajudat a escalar una mica més les parets del pou i a fer-nos comprendre les grans interconnexions que hi ha entre les diferents disciplines científiques.

El passat dia 1 d'abril, amb motiu del centenari dels estudis de Química a la Universitat de València, Lehn va impartir una conferència titulada, precisament, «Química Supramolecular. Conceptes i perspectives». Només espere que la seua visita haja servit, una mica almenys, per refermar els grups d'investigació que treballem en aquesta química des de fa molts anys, i també d'estímul perquè s'hi sumen noves persones i noves idees.

E. GARCÍA-ESPAÑA.

Departament de Química Inorgànica

Es podria explicar fàcilment i sintètica que és la química supramolecular als lectors no especialitzats? S'hi atreviria?

Bé, un dels problemes més típics dels nostres dies és explicar la ciència a gent no entesa. És com totes les coses: cal aprendre-ho. Si tu vols parlar alguna llengua, has d'aprendre-la; si vols muntar en bici, ho has d'aprendre. Per això és molt difícil d'explicar química a algú que no en sap gens ni mica. Podríem, començant per la base, dir que la química és la ciència que estudia la natura i l'estructura de la matèria i les seues transformacions. La matèria és constituïda, en gran part, per molècules. I les molècules són objectes compostos, al seu torn, per àtoms. Ara bé, aquests àtoms poden mantenir entre ells lligams suficientment forts com per a mantenir-los units. Ací és on intervé la química molecular, que és la ciència que estudia el caràcter i la formació de molècules.

Això serien quasi les beceroles...

En canvi, la química supramolecular parteix de la següent qüestió: bon cop has construït una molècula, pot tenir cap altre tipus d'interacció amb d'altres? Aquest és l'objecte d'estudi de la perspectiva supramolecular. Diem supramolecular perquè el seu objecte d'estudi és complicat i complex: els conjunts formats per molècules.

Però la química supramolecular guarda estretes relacions amb d'altres disciplines. La biologia, per exemple, s'ocupa també d'estructures supramoleculares, d'organismes.

Les relacions de la química supramolecular amb la biologia són, és clar, molt importants, perquè tots els organismes biològics —fins i tot l'home— són constituïts per molècules que serveixen un fort lligam entre elles. Aquestes molècules han de comunicar-se, han de parlar amb les altres, i això només ho poden fer si es mantenen juntes, adherides. Aquesta adhesió té una propietat que anomenem «reconeixement molecular». Una molècula té els seus mecanismes per a reconèixer una altra, per a introduir-s'hi. Cal dir que les molècules només interactuen entre elles si es poden acoblar com una clau a un pany. La manera d'anomenar avui dia aquesta propietat és «reconeixement molecular». Una molècula donada és reconeguda per una altra si és complementària. Aquesta complementarietat és

extremadament important per a l'organisme perquè, al capdavall, és el que li atorga la seua personalitat, el seu tarannà. Per descomptat que aquest és un plantejament molt general, perquè hi intervenen —en la definició de la personalitat d'un organisme— molts altres elements. Però el principi, la base de tot, és el reconeixement molecular.

La química supramolecular no s'ha desenvolupat fins fa relativament ben poc. En aquesta trigança ha tingut alguna cosa a veure l'interès científic o filosòfic per trobar la peça clau, nodal i mínima de la matèria? És a dir, l'interès per l'àtom, que no per la molècula?

És que abans que els científics —els químics, en aquest cas— poguessen abordar amb suficients garanties les construccions supramoleculares, havien de conèixer bé la naturalesa de les molècules i, per des-

**«QUAN DEFINEIXES UN NOU CAMP  
D'ESTUDI OBLIGUES LA GENT A PENSAR  
D'UNA ALTRA MANERA.  
I AIXÒ COSTA D'ACCEPTAR»**

comptat, de l'àtom. Però una altra raó important que explica aquest retard és que l'arquitectura d'estructures supramoleculares és feble, poc estable i molt propícia als canvis, i això en dificulta l'estudi. I no existien els mètodes físics adequats per a estudiar aquestes construccions mal-leables fa trenta anys. Ara hi ha mètodes espectroscòpics i moltes altres eines per a estudiar objectes complicats. Ara s'ha desenvolupat.

Les seues obres remarquen constantment la importància que té la creativitat en el desenvolupament científic. D'altra banda, vostè ha estat el *creador*, en bona part, d'aquesta incipient disciplina...

La química supramolecular va ser presentada en societat, per dir-ho d'alguna manera, el 1978. I la veritat és que va costar cert temps que hi fos acceptada. Però això és ben normal i explicable, si pensem que quan defineixes un nou camp d'estudi obligues la gent a pensar d'una altra manera. I això costa d'acceptar. Sempre hi ha al darrere conceptes nous, paraules noves, nous objectes o noves maneres d'estudiar els vells. Curiosament, l'aparició de la quí-

mica supramolecular va destorbar més els químics que no pas els biòlegs. Però això també té explicació: en biologia hom parlava ja, *de facto*, d'estructures

**«NO CREC QUE TINGUES  
MÉS CONEIXEMENT AGOMBOLANT  
UN MAJOR NOMBRE DE DADES  
SI NO LES DOTES  
D'UNA LÒGICA PRÒPIA»**

supramoleculares. Els agregats de proteïnes no són altra cosa que estructures supramoleculares, per exemple. Però en química encara no s'havia considerat aquesta perspectiva: no era tan necessària...

Vol dir que la comunitat científica és reticent als canvis, una mica conservadora?

No necessàriament. Però crec que s'ha d'entendre aquesta reacció en els seus justs termes. D'una banda, cal dir que un nou camp d'investigació no només és una extensió d'una determinada disciplina. *També* ho és —la química física o la inorgànica són extensions de la química; o, més genèricament parlant, val a dir que la química i la física són extensions de les ciències naturals— però no *només* ho és. Crec que el coneixement és, en bona part, acumular i entendre un major nombre de dades, sí, però també estructurar aquestes dades. No crec que tingues més coneixement agombolant un major nombre de dades si no les dotes d'una lògica pròpia.

És a dir que, en el cas que ens ocupa, això vol dir una mena de *sociologia* molecular...

Sí, en aquest cas seria quasi com una sociologia, una teoria del comportament social, en comunitat, de les molècules.

I les contradiccions...

Has de resoldre-les o assumir-les quan enllesteixes una teoria, per descomptat. Sempre n'hi ha, de contradiccions.

Sembla que el futur de la química supramolecular és bastant afalagador, almenys si ens remetem a l'ampli horitzó d'aplicacions que se li obre al davant...

El camp d'aplicacions de la química supramolecular és molt ampli, certament, però també molt difús. Suppose que encara és massa prompte per parlar-ne amb precisió. I és molt ampli perquè, de fet, és una disciplina que toca de prop molts aspectes. I aquest és també el problema. Posem un exemple: el disseny d'una droga. Una droga és una molècula específica que interactua amb algun receptor del cos, que inhibeix alguna reacció o que, per contra, la facilita. Aquest és un procés supramolecular, amb la seua interacció, el seu reconeixement molecular i tot allò de què parlàvem al principi. Aleshores, quan algú dissenya una nova droga o un nou medicament aplica, en realitat, principis de la química supramolecular. El problema, doncs, no és que li diguem o no química supramolecular, sinó saber quan és que estem aplicant-la. Per això deia que el camp d'aplicacions és molt ampli, sí, però també molt difús: hi és la dificultat implícita de precisar-lo.

Però no podríem parlar d'algunes més específiques?

Bé, d'acord. Podríem dir-ne tres en concret. Un és el desenvolupament de sensors orgànics més selectius: és a dir, la construcció de dispositius electrònics amb instruccions determinades per a reconèixer determinades molècules i no d'altres. Això permetria de conèixer millor les propietats d'un organisme. El segon exemple afecta directament l'àrea mèdica, perquè la química supramolecular pot permetre millorar els sistemes de diagnòstic que, al capdavant, és una de les claus de volta de la medicina: identificar quina és la malaltia o disfunció que pateix l'organisme. La tercera aplicació encara no ha estat suficientment desenvolupada, però potser serà la més important. Em refe-

**«LA QUÍMICA SUPRAMOLECULAR  
POT MILLORAR ELS SISTEMES  
DE DIAGNÒSTIC QUE, AL CAPDAVALL,  
SÓN UNA DE LES CLAUS DE VOLTA  
DE LA MEDICINA»**

resc a la catàlisi. Pense que d'ací poc dissenyarem substàncies que puguin modificar una reacció en un sentit o altre, afavorint la dissociació o la condensació d'una determinada substància, per exemple. En aquest camp en concret pot haver un munt d'aplicacions importantíssimes per a la terapèutica.

Vostè ha afirmat que la química no només ha d'estudiar el seu objecte d'estudi, la matèria, sinó també crear-lo. Però això no és el que passa, salvant totes les distàncies, en qualsevol disciplina científica? O artística?

Però és que jo volia dir alguna cosa més amb això. Per descomptat, en qualsevol domini de la ciència hom contribueix a crear el seu objecte d'estudi. Aquesta és una qüestió més aviat filosòfica. Però quan un químic crea una nova molècula, aquesta molècula és una reorganització de les rajoles bàsiques, primigènies: els àtoms. I això va molt més enllà del que fa un escultor quan crea una obra. Perquè quan un artista enllesteix una obra d'art construeix un objecte que no existia abans. Però és que quan un químic sintetitza una nova molècula el que fa, a més de

**«QUAN UN QUÍMIC  
SINTETITZA UNA NOVA MOLÈCULA  
EL QUE FA, A MÉS DE CREAR UNA COSA  
QUE NO EXISTIA,  
ÉS MODIFICAR LES ESTRUCTURES  
INTRÍNSEQUES DE LA MATÈRIA»**

crear una cosa que no existia, és modificar les estructures intrínseques de la matèria. Es tracta de fabricar un tipus de matèria completament diferent, cosa que no fa un escultor.

Per finalitzar, i canviant totalment de temàtica, vostè dirigeix un grup de treball de la Unió Europea. Creu, tot partint d'aquesta experiència, que la política científica de la Comunitat ha estat plantejada correctament?

Cal matisar diversos aspectes en aquesta qüestió. És una idea més o menys acceptada que la política científica comunitària ha de donar suport a aquelles àrees d'investigació que els països integrants no financen. S'escau d'afavorir, doncs, la col·laboració entre els científics, la connexió entre institucions de diferents països, l'intercanvi d'estudiants, etc. Pense que s'ha de potenciar sobretot que els llicenciats pre i postdoctorals visiten institucions i laboratoris d'altres països perquè això és molt important, no només per al desenvolupament científic comunitari, sinó també perquè afavoreix el contacte entre diferents cultures. Però també podria retraure, d'altra banda, que el sistema que s'està fent servir és massa complicat. És clar que

si vols aconseguir que quinze països treballen junts et caldrà suar. Especialment si es tracta de gent que prové de diferents àmbits de coneixement, interdisciplinaris. Diferents àmbits, diferents llengües, diferents cultures... massa diferències perquè siga fàcil, sí. Però sóc del parer que paga la pena d'intentar-ho. Això per descomptat.

Però vostè ha fet sobretot el que se'n diu recerca bàsica. Creu que la Unió dóna el suport suficient a aquesta mena d'investigacions? O és que, en el model de societat que tenim, és més important afavorir la recerca aplicada, fàcilment traduïble en inputs socials?

No, no, crec fermament que cal donar més suport a la recerca bàsica. De fet, a la Unió Europea es pot apreciar una tendència molt forta a finançar, sobretot, recerca aplicada o connexions entre recerca bàsica i aplicada. Aquesta tendència és justificable i justificada, però no hem d'oblidar que, si no hi ha una recerca bàsica prèvia, tampoc no en tindrem d'aplicada. I la Unió Europea hauria d'enfortir el suport a projectes en recerca bàsica.

En les seues obres li agrada d'utilitzar similis i de fer referència a la història de l'art. Amb qui s'entén millor, amb un altre químic o amb un biòleg? O amb un historiador de l'art?

Ah, bé! Això no depèn tant del camp d'estudi, sinó de les persones, i jo hi tinc molt bons amics, en totes aquestes àrees que has dit. De totes maneres, prefereixo pensar en mi, a l'hora de definir el meu camp específic de treball, com un químic. Per descomptat que hi ha relacions amb altres àrees. Això és inevitable. Seria una estupidesa pensar que, pel fet de ser químic, hom ha de negligir el coneixement d'altres disciplines col·laterals. A més, això depèn molt del camp específic d'estudi que un tinga: si un és químic supramolecular, com jo mateix, és obvi que les concomitancies amb els biòlegs seran majors que no les d'un químic físic, que serveix una relació obligadament més estreta amb la física que no jo. És com quan interpretes música: si ets pianista et serà molt difícil de tocar el violí, però has de saber interpretar igualment la partitura, no? D'altra banda, has dit historiadors. Bé, jo tinc a la meua universitat un bon amic que és historiador: en Georges Duby, medievalista. M'hi entenc molt bé, encara que no parlem majoritàriament ni de química ni d'història. Li has llegit alguna cosa? És molt bo. ■



