



Claudi Mans

La química de cada día

**Com la química ens ajuda a comprendre
la cuina i moltes altres coses**



La química de cada día

Collecció Catàlisi

Claudi Mans

La química de cada día

**Com la química ens ajuda a comprendre
la cuina i moltes altres coses**



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Edicions

Universitat de Barcelona. Dades catalogàfiques

Mans Teixidó, Claudi, 1948-

La química de cada dia : com la química ens ajuda
a comprendre la cuina i moltes altres coses. –
(Catàlisi)

ISBN: 978-84-475-3974-1

I. Catàlisi

1. Química 2. Curiositats

© Edicions de la Universitat de Barcelona

Adolf Florensa, s/n

08028 Barcelona

Tel.: 934 035 430

Fax: 934 035 531

www.publicacions.ub.edu

comercial.edicions@ub.edu

© Claudi Mans i Teixidó

DIRECTOR

DE LA COL·LECCIÓ

I EDICIÓ CIENTÍFICA

David Bueno

ISBN

978-84-475-3974-1

Dipòsit legal

B-5.776-2016

Impressió i rellogat

Gráficas Rey

És rigorosament prohibida la reproducció total o parcial
d'aquesta obra. Cap part d'aquesta publicació, inclòs el
disseny de la coberta, no pot ser reproduïda, emmagatzega-
da, transmesa o utilitzada per cap mitjà o sistema, sense
l'autorització prèvia per escrit de l'editor.

ÍNDIX

<i>Pròleg</i>	9
Capítol 1. Truita al sulfumant	11
Capítol 2. «Beu-me», deia el rètol de l'ampolleta.	27
Capítol 3. Els misteris de la Coca-Cola	31
Capítol 4. El triangle del cafè.	47
Capítol 5. Química en els aliments. Un decàleg d'onze preguntes	59
Capítol 6. Les tres reaccions de l'oli bullent	65
Capítol 7. Els cinc perills dels i de les microones.	81
Capítol 8. Gastronomia interfacial	99
Capítol 9. Bull?	113
Capítol 10. Iogurts que curen?	125
Capítol 11. Mai llard, Maillard?	141
Capítol 12. Podem veure els àtoms?	155
Capítol 13. Les ecoboles i la sopa de pedres	173
Capítol 14. Les antibombolles	191

Capítol 15. Sopes de símbols	203
Capítol 16. Art, composició i estructura química	213
Capítol 17. Negatius però positius	223
Capítol 18. Al juliol, ni dona ni glicol	229
Capítol 19. El meu cotxe híbrid	235
Capítol 20. Marie Curie, química física	251

PRÒLEG

La química és una eina transformadora. Potser no en som conscients, però els humans l'hem utilitzat des de temps immemorials, com a mínim des de la invenció del foc. En efecte, la cocció dels aliments és química, i s'aplica a la imprescindible necessitat de la nutrició i al gustós art de la gastronomia. D'aleshores ençà, el nombre de productes d'origen químic que emprem ha crescut de manera exponencial. No gens casualment, el nom de la col·lecció Catàlisi prové de l'àmbit de la química i, precisament, el llibre que teniu entre les mans tracta de la química. La catàlisi és el fenomen d'accelerar la velocitat de les reaccions mitjançant la presència d'un catalitzador químic o bioquímic. I gràcies a aquest fenomen, tenen lloc processos que, d'altra manera, tardarien molt de temps a produir-se, com la lectura d'un llibre de divulgació, que accelera la velocitat del nostre pensament. Ens agradaria que aquest llibre fos un catalitzador que endinsés el lector en el món de la química mitjançant exemples quotidians, i constatéssim que aquesta ciència és una eina molt adequada per entendre el que passa al voltant nostre, en el dia a dia. La primera meitat del llibre està dedicada a fenòmens que es produeixen a la cuina quotidiana. La resta de capítols aborden tota mena de temes que contenen algun component químic. Cada capítol és independent i té un estil propi, des de converses amb el lector fins a jocs de paraules o capítols humorístics.

Alguns d'aquests articles es van publicar a la desapareguda revista *Notícies per a Químics* del Col·legi de Químics de Catalunya, i d'altres, a les revistes de la *Societat Catalana de Química*, i es reproduïxen amb la corresponent autorització i amb algunes modificacions quan ha calgut.

CLAUDI MANS
DAVID BUENO

CAPÍTOL 1

Truita al safumant

El doctor Miquel Pericàs, director de l'Institut Català d'Investigació Química, establert a Tarragona, em va proposar fa uns quants anys de fer una conferència sobre ciència i cuina per sant Albert, patró dels científics i, especialment, dels químics. Però amb una condició: havia de ser amb demostracions científiques reals. Per ajudar-me a manipular tot l'enrenou que vàrem muntar, amb microones, paelles, cassoles, banys termostàtics i altres estris, vaig demanar-li un ajudant: teníem en marxa diversos experiments alhora. El resultat va ser un èxit i des d'aquell moment em vaig decidir a fer conferències amb demostracions, però amb menys aparells. El text d'aquest capítol explica com és una d'aquestes conferències.

On vas amb aquest títol?

Tots els títols tenen un sentit. Ja el descobriràs al llarg del text...

LA RÍNOLS D'OR, INVESTIGADORA

Coneixes el conte de la Rínols d'Or? Aquella nena que entra a la casa dels tres óssos empesa per la curiositat. No s'asseu a la cadira gran perquè és massa alta, ni a la petita, que és massa baixa, sinó a la mitjana, on s'hi està bé. Tasta les sopes: la primera la troba massa calenta i massa salada, i l'altra és massa freda i massa dolça. Es menja la que és ni gaire calenta ni gaire freda, ni gaire salada ni gaire dolça, sinó la que està bé. I després...

Ep, atura't. Ja sé el conte. I millor que tu, perquè en el conte de veritat no hi surt res de la sopa salada i la sopa dolça. Això t'ho inventes. Per què vén ara amb contes infantils mal explicats?

Tens raó: això de la sal m'ho he inventat. Tot plegat és un pretext per parlar de la recerca. L'activitat investigadora, en sentit ampli, és connatural a l'ésser humà. Sense recerca no hauríem superat l'estat purament animal i ens mouríem només per estímuls biològics directes i molt poc sofisticats. La Rínols d'Or sent curiositat per entrar a la casa dels tres óssos, una curiositat que és el

primer pas de l'activitat investigadora. Tenim la Rínxols d'Or identificant objectes, mesurant-ne algunes propietats —alçàries, temperatures, concentracions; és a dir, geometria, física, química— i decidint. L'inici d'una investigadora. I l'inici també d'una consumidora.

Tu ets dels que pensen que els nens poden ser investigadors? Que no estava ja superada, aquesta idea?

Això depèn del valor que es dona a la paraula «recerca». És evident que els nens no poden fer recerca nova, però sí que descobreixen coses per ells mateixos, i això es pot considerar recerca, en sentit no científic. Un dels objectius de l'educació és ajudar a interpretar la realitat des de perspectives cada cop més abstractes i més generals. I la millor manera de fer-ho és partir de la realitat més concreta, perquè és la més motivadora, i perquè és la realitat la que hem d'interpretar. Partim, doncs, de la realitat quotidiana com a element motivador per arribar a saber modificar aquesta realitat quotidiana i fer-la més adequada als nostres interessos. Als alumnes d'ESO els agrada molt saber coses del xampú, del gel de bany o de la pasta de dents: la realitat quotidiana. Això pot ser un començament de l'interès per la química. A la universitat, o després, pot aprendre coses de química col·loïdal i sistemes dispersos —temes abstractes—, que després pot aplicar al disseny de noves formulacions de productes quotidians: es tanca el cercle.

Què hi ha més quotidià que l'alimentació? Sovint faig conferències amb demostracions sobre ciència i tecnologia de la vida quotidiana, i especialment sobre cuina i alimentació a col·lectius diversos, acadèmics o no. Els meus objectius bàsics són: ajudar a comprendre el mètode científic, contribuir a introduir una mica de racionalitat en les opinions i creences, i presentar l'activitat industrial i la tecnologia com una cosa natural, racional i convenient.

Encomiables objectius dignes de tot elogi. Llàstima que tot això no importi a ningú.

Home, sóc pessimista però no tant. En general, el públic assistent a les conferències està molt interessat en aquests temes. Almenys durant l'estona de la xerrada. Després no sé què fan, no sé si la conferència ha contribuït a aquests objectius tan encomiables... La meua xerrada se sol titular «La cuina, la química complicada» o un enunciat similar. No es tracta de grans novetats ni de fer experiments sofisticats. Tampoc no és un taller amb demostracions comentades. Es tracta simplement d'il·lustrar un discurs amb senzilles manipulacions

de productes quotidians, amb l'objectiu d'habituar els assistents a observar la realitat amb una mirada més científica.

Explica-la, explica-la, que ja t'imagino fent experiments amb aquell barret alt de cuiner i el davantal. Fas croquetes líquides?

Un respecte. Ni barret, ni davantal, ni croquetes. Truites sí.

ÀNECS, TRUITES I SISTEMES DISPERSOS

Inicialment, introdueixo a l'auditori la visió científica com una activitat mental que es desenvolupa de manera general en tot tipus d'ocasions i que consta de quatre etapes: la primera és la constatació que existeixen objectes, substàncies, organismes; la segona és la constatació que aquests evolucionen o es modifiquen per interacció mútua, o en presència d'energia: és a dir, hi ha fenòmens; la tercera etapa és un intent d'explicar per què es donen aquests fenòmens i, per tant, hem de tenir una explicació general del món, o, dit en altres paraules, hem de tenir les nocions de ciència que permetin aclarir el fenomen concret; i, finalment, la quarta etapa és la conclusió que una visió prou completa del món ha de permetre predir fenòmens nous amb un cert grau de versemblança.

Però abans de començar la xerrada faig un primer experiment, o, més ben dit, la meitat d'un experiment. El meu experiment número 1 es diu «Glaçons contradictoris». Tinc un got llarg transparent ple fins a la meitat amb un líquid transparent a temperatura ambient. Hi afegeixo a la vista dos glaçons i van a parar al fons. Normalment algú de l'auditori sol expressar sorpresa pel fet que els glaçons no suren. Si ningú no reacciona, jo mateix faig l'observació. No explico el perquè d'aquest comportament tan poc habitual. Reservo el got amb els glaçons en un racó de la taula i en acabar tot el discurs en tornem a parlar.

No deuen ser glaçons de gel, sinó de vidre.

En parlarem al final, t'he dit. Hi ha una analogia evident entre el mètode científic, o més exactament entre el procediment hipoteticodeductiu de validació, i el mecanisme d'aprenentatge individual. D'acord amb la visió constructivista, tenim una visió del món i de la realitat que, explícitament o implícita, es basa en idees preconcebudes, en hipòtesis versemblants.

No et podries estalviar paraules com «constructivista» o «hipoteticodeductiu»? Sembla que dient-les vulguis demostrar alguna cosa...

És clar que podria estalviar-me-les. Però un lector culte com tu pot entendre a què m'estic referint, i així s'és més precís. Davant d'un fenomen nou que no coneixem, davant d'una nova observació o quan fem un nou experiment, intentem explicar-lo mitjançant els nostres models interioritzats. És això que has fet tu quan has dit que els glaçons deuen ser de vidre. Com que saps que el gel d'aigua flota a l'aigua, penses que una possible explicació a allò que observes és que no es tracti de gel d'aigua. Si fent una suposició com aquesta aconseguim explicar el fenomen, els nostres models —la nostra visió actual del món— es reforcen. Aquest seria el cas si d'aquí al final del text veiessis que els glaçons no es fonen. Però podria passar que no fóssim capaços de trobar una explicació. Llavors podríem dir que rebutgem l'observació o l'experiment —«l'experiment ha sortit malament», diem els experimentadors moltes vegades— i la nostra visió del món es manté sense modificar-se.

Però si no pot rebutjar-se l'observació, com tu, que no pots negar que has vist com els glaçons anaven al fons, ha de modificar-se el teu model mental de forma parcial o total per donar cabuda a les noves observacions. Tot això és el mètode hipoteticodeductiu: es tracta de fer una hipòtesi i deduir-ne conclusions. I així, a còpia d'hipòtesis, errors i noves proves, anem construint la nostra visió del món: constru-int, constru-ctivisme. D'acord?

OK.

Ara que dius «oc», ja saps que el Llenguadoc es diu així perquè era la regió on per dir que sí deien «hoc»? És l'antic occità. Més al nord deien «hui» i és l'antic francès.

Però seguim amb el mètode científic. La meua explicació sol començar per plantejar-me i plantejar a l'auditori la pregunta següent: «Per què els ànecs surrenen més que els humans?»

Sí que és veritat! No m'hi havia fixat. O, més ben dit, m'hi havia fixat però no m'ho havia imaginat mai com a problema... A veure, deu ser que els ossos de l'ànec...

No, no m'ho diguis, t'ho explico directament, que, si no, tot l'article seria d'això. Una primera explicació basada en la menor densitat de l'ànec és qualitativament un bon intent, però quantitativament no funciona. La densitat de

l'ànec no és tan baixa com això. Un segon intent d'explicació podria basar-se en l'aire atrapat per les plomes untades del greix de la glàndula uropigial.

La què?

La glàndula uropigial. A la cua, les aus hi tenen una glàndula que treu un greix que es freguen per les plomes i les fa en certa manera impermeables. Però amb l'aire atrapat per les plomes tampoc no n'hi ha prou. S'ha de recórrer a una tercera explicació addicional, que és la correcta: la causa principal és que les plomes greixades no es mullen amb l'aigua i això genera una força de flotació que compensa el pes de l'animal.

Explica't més, si et plau.

Has vist mai aquells insectes que en diuen patinadors sobre l'aigua?

Efectivament. Es desplacen fàcilment, com si patinessin per sobre l'aigua.

I patinen, perquè les potes no es mullen amb l'aigua; són a sobre. L'insecte està com dipositat sobre l'aigua, i la seva superfície es deforma una mica. Això passa perquè l'aigua no mulla les potes d'aquest insecte, a causa de l'alta tensió superficial de l'aigua i la baixa energia superficial del material de la pota de l'insecte. Doncs amb l'ànec passa el mateix. Cada barba de cada ploma està simplement dipositada sobre l'aigua, que es deforma una mica sota seu. Cadascuna d'aquestes deformacions genera una força microscòpica dirigida cap amunt que sustenta una mica l'ànec, i la suma de totes les forces és capaç d'aguantar l'animal quasi fora de l'aigua.

O sigui que l'ànec flota per la tensió superficial de l'aigua? I per què no sura igualment un porc?

No és només la tensió superficial. Si el porc tingués plomes i fos de la mida d'un ànec, també flotaria. No només hi intervé l'aigua: també ho fa el material de les plomes, que no es mulla.

Si el porc fos com un ànec i tingués plomes, seria un ànec, i no un porc...

Si més o menys acceptes l'explicació anterior, a continuació ve una nova pregunta: «Per què les truites s'enganxen en certes paelles però en d'altres no?».

Això ja ho havies explicat fa anys.

Efectivament. Va ser en el meu primer article de divulgació, el 1985, ai!... Seguint l'argument anterior, el fenomen de la mullabilitat —o, més ben dit, de la no-mullabilitat— que explica la flotabilitat dels ànecs, explica també per què les truites no s'enganxen a les paelles de tefló —no el mullen—, però sí que s'enganxen a les de ferro o les de ferro esmaltat.

A la xerrada, això a vegades ho il·lustro fent una truita.

Tu fas una truita a l'escenari? Jo et feia tímid... I portes un fogonet i tot?

Naturalment. És el meu experiment número 2: «Truita que no s'enganxa». Bato primer la clara de l'ou fins a punt de neu, cosa que faig notar al públic, i després hi barrejo el rovell. Escalfo una mica d'oli en una paella amb recobriments antiadherent i destaco el fet que l'oli no s'enganxa gens a la superfície, perquè rellisca per sobre sense mullar-la. Finalment preparo la truita, que, en una paella nova, no s'enganxa gens i, sense forquilla, salta netament de la paella al plat i no deixa cap resta a la paella... Normalment surt bé, sempre que la paella sigui nova.

Un cop posats en el tema de l'ou, una pregunta addicional: què és una truita, des del punt de vista fisicoquímic?

No ho sé, no m'imagino què vols que et respongui: un sòlid groc, calent, flexible, gustós..., una barreja de proteïnes, greixos, colorants...

Ara comences a anar bé. Quin tipus de barreja? Una dissolució? Com són aquestes proteïnes i aquests greixos? Estan separats totalment? Els greixos estan com si fossin boletes? I l'aigua?

Quina aigua?

L'aigua de la clara i el rovell, és clar. La pregunta era clara... Aquest és el problema. Normalment tothom que sap una mica de química o d'aliments sap respondre més o menys quina és la composició analítica d'una substància, però en canvi costa molt més visualitzar com està estructurada. Anem per parts: la clara està formada principalment per aigua i albúmina, una forma abreujada de referir-nos a les variades proteïnes globulars de la clara. Són cadenes d'aminoàcids —l'estructura primària de les proteïnes— enroscades com una molla —l'estructura secundària—, i aquesta molla està com enrosca da sobre si mateixa com un cabdell, i d'això se'n diu l'estructura terciària de

les proteïnes. I cadascun d'aquests cabdells està dispers per l'aigua. Per la seva banda, el rovell també és una barreja d'aigua i proteïnes, amb greixos, que són com gotetes disperses entre l'aigua amb les proteïnes. En batre l'ou, es barreja tot. Un ou batut és, doncs, un sistema dispers amb una fase aquosa externa que té disperses les proteïnes globulars i les gotetes de greix del rovell. En coure l'ou, les proteïnes globulars es despleguen —es coagulen— per l'increment de temperatura. Un químic et diria que els enllaços que mantenen les estructures secundària i terciària de les proteïnes són enllaços febles, que es trenquen fàcilment amb la calor. Les proteïnes desplegadas es tornen a embolicar i formen el gel proteínic, que reté en el seu interior l'aigua i els greixos, amb la qual cosa es passa a una estructura semisòlida irreversible. En parlarem més en el capítol 8. És com si fos una esponja de gel que retingués l'aigua i els greixos.

Vols dir que una truita és com una esponja amb aigua a dins?

Efectivament. Cada gel té una estructura i un comportament diferents. Si mires una esponja des de fora, no saps si hi ha aigua o no. Només ho saps en espremer-la.

Però si espremo una truita no surt aigua.

Això de l'esponja és una analogia. El gel de proteïna reté molt bé l'aigua. També són gels similars un iogurt o un flam. Aquell suquet que surt dels flams o dels iogurts és una mica del líquid que retenen en el seu interior. Del fenomen de no retenir el líquid de dins d'un gel se'n diu sinèresi.

Ja està. El got té una doble paret i ha semblat que els glaçons han anat al fons, però de fet no toquen l'aigua...

No t'he dit que en parlarem al final, dels glaçons?

Un gel —no un gel de gelat, sinó un gel de gelatina— és un sistema dispers, és a dir, una barreja d'una fase sòlida que forma l'estructura i una altra fase líquida retinguda en el sòlid. El concepte de sistema dispers és fonamental en la descripció de la morfologia i les propietats de moltes substàncies quotidianes. És un avenç en la descripció de la complexitat dels estats de la matèria. Solem dir que la matèria és sòlida, líquida o gasosa, i és ben fals.

Ah, sí? Fals? No em diguis que no hi ha sòlids, ni líquids, ni gasos!

Bé, no és fals, però és molt limitat i parcial. Aquesta classificació oblida que també existeixen les pastes, les fibres, els cristalls líquids, les espumes, la matèria pulverulenta i moltes altres substàncies quotidianes que no són sòlids purs, ni líquids purs, ni gasos purs.

Es genera un sistema dispers quan es juxtaposen íntimament dues o més matèries immiscibles. Les propietats que té un sistema dispers són diferents de les dels seus components individuals i depenen no només de la composició, sinó també de la mida i el nombre de partícules del sistema. Una maionesa, per exemple, és un sistema dispers, una emulsió d'oli en aigua, amb proteïnes i colorants del rovell de l'ou. L'oli és en forma de gotetes, i l'aigua —la de la clara de l'ou, ja t'ho he dit abans— és la matriu contínua on hi ha disperses les gotetes d'oli. Doncs la viscositat d'una maionesa dependrà de si les gotetes d'oli són molt petites o no. És més viscosa com més gotetes hi hagi i més petites siguin.

Jo em pensava que era més espessa...

Més viscosa, si em permetes.

...més viscosa, perdona, si hi havia molt d'oli.

Doncs ja has vist que no. Amb la mateixa quantitat d'oli pot ser molt viscosa o molt poc viscosa. Per comprendre els sistemes dispersos el millor és mirar-ne alguns. El pa n'és un exemple: es veu a ull nu que és un sistema dispers, amb les seves bombolles de gas. Però és que l'interior de la massa del pa també ho és, perquè és un sistema dispers d'aigua, greix, midó i proteïna. Les clares muntades també són clares—disculpa, és el segon cop en cinc minuts que faig el mateix joc de paraules—: aire i aigua amb proteïna. El sistema dispers que és la llet —una emulsió— ja no es veu a ull nu, però el fet que la llet sigui blanca ens ho permet sospitar: vol dir que hi ha petites partícules disperses en un líquid. Efectivament, la llet és un complex sistema dispers format per una dissolució d'aigua i lactosa que té disperses les gotetes de greix i els sòlids de la llet. Un gelat és més complex, perquè hi ha el líquid matriu...

En un gelat hi ha líquid? Que no està tot gelat?

No tot està gelat, exceptuant els polos, que sí que estan completament gelats.