

Roald Hoffmann: molècules i versos

Xavier Duran

Químic i periodista científic, a/e: xduran.l@tvcatalunya.com

Amb motiu de la presentació del llibre *Catalista* de Roald Hoffmann, el mes de desembre passat, vàrem escriure una breu reflexió i uns exemples sobre la relació entre la ciència —i més concretament la química— i la literatura, que aquí oferim ampliada.

P arlar de ciència i literatura encara sorprèn a molta gent, tot i que les seves relacions, ara intenses, càlides i afectuoses, ara distants, fredes i tenses, com en quasi totes les parelles, tinguin una història no ja secular, sinó mil·lenària. En ocasions, la literatura ha servit per divulgar el coneixement o el pensament científic, fins i tot quan la ciència encara no existia com a tal i es confonia sovint amb la filosofia. És el cas de *De rerum natura*, del poeta romà Lucreci. Altres vegades, va plasmar una burla dels plantejaments i les discussions científiques, com en certes obres de teatre del grec Aristòfanes.

Per què tanta gent, d'entrada, troba estranya aquesta relació? Hi deu haver diverses raons i en podem apuntar algunes. D'una banda, perquè existeix una hiperespecialització que confina cadascú en un camp molt concret del saber. Ara, precisament, que la interdisciplinarietat, la interrelació deu ser més necessària que mai. D'altra banda, perquè preval la idea que la ciència i la tecnologia són quelcom fred, racional i mecànic, mentre que les anomenades humanitats permeten dibuixar i analitzar els sentiments, les emocions. No entraré gaire en aquest debat, però crec que si no sabem trobar la bellesa en el coneixement del perquè de les coses, això diu molt més en contra de la nostra sensibilitat que no pas en contra de les possibilitats estètiques i sentimentals de la ciència. John Keats acusava Newton d'haver desfet la màgia de l'arc de Sant Martí en donar una explicació científica del fenomen. Però entendre bé la natura de les coses, mai no els pot treure bellesa, perquè el fet en si persisteix. Fins i tot permet buscar la bellesa de forma diferent.

Roald Hoffmann és químic i poeta, i això crida l'atenció. Probablement no sorprendria gens si fos pintor i poeta, agricultor i poeta, filòsof i poeta o fins i tot, metge i poeta. Entre els científics, sembla que al metge se li reconeix el dret a ser també practicant de les arts, potser perquè, inevitablement, està molt més pròxim del tracte humà directe i d'allò que la gent percep com a útil i propi.

En definitiva, el científic i el poeta o escriptor, en general, busquen posar en un llenguatge precís les seves impressions sobre la natura, sobre la gent, sobre el món. Componen equacions o frases, però en cada cas busquen plasmar les seves idees i transmetre-les.

Química i literatura tenen també una llarga història conjunta. Per no allargar-nos massa, tot i que podríem parlar durant hores d'aquesta relació, citarem uns quants exemples. Hem parlat abans de Lucreci i de la seva obra, *De rerum natura*, on exposa la filosofia d'Epicur. En el llibre segon ens parla dels àtoms, que es presenten amb gran diversitat de formes, com ho demostra, diu, la varietat de totes les coses. Heterogenis, generen multiplicitat de productes, però no tenen color, sabor, calor, fred. Són elements eternals i immutables. I en el llibre cinquè destaca el paper de la recerca i la innovació:

Navegació, conreu dels camps, muralles, lleis, armes, camins, vestits i tots els altres guanys d'aquesta mena, com també tots els refinaments, en absolut de la vida, poemes, pintures, estàtues d'un art perfet, tot va ésser a l'usatge i alhora les experiències de l'esperit obstinat que a poc a poc ho ensenyaren als homes per la lenta ruta del progrés. És així com a poc a poc el temps treu a rotlle cada descoberta, i com la ciència l'aixeca a les riberes de la llum. Perquè els homes veien aclarir-se en llur esperit una cosa rere l'altra, fins al dia en què llur indústria els portà al cim més alt de la perfecció.

També a la literatura medieval, la pràctica de la destil·lació, habitual entre els alquimistes, servia per construir metàfores:

Los versos tots tan iguals van
galants y fins,
que son poethics alambins
per hon se traou
l'aygua molt dolça, don recau
tan gran saber.

Escrivia Andreu Martí Pineda a *Disputa o procés de viudes y donzelles*, cap al 1530. I Jaume Gasull, a *La vida de santa Magdalena en Cobles* (1505), deia:

Y ab foc d'amor fes una aigua estil·lada
d'aquell record que el pensament vacil·la
fou lo foguer la voluntat girada
en lo menys preu de la vida passada
i els alambins los ulls per on destil·la
i els peus sagrats de Jesucrist, a soles
los vaixells són que tal aigua recullen.

Però si hem de destacar un personatge per demostrar com ve d'antic i com ha estat d'intensa la relació entre química i literatura, aquest és Goethe. Diguem-ho en les seves pròpies paraules: «Fa més de mig segle que se'm considera en la nostra terra, i àdhuc més enllà de les seves fronteres, com un poeta, i potser jo mateix deixi que per poeta em tinguin; en canvi, no és massa conegut, i molt poc ha merescut l'atenció de la gent, el fet que m'hagi afligit estudiant sol·lícitament la naturalesa, observant amb tota cura els fenòmens generals, físics i orgànics, perseguint totes les seves manifestacions apassionadament i calladament». Recordem que Goethe es va dedicar amb passió a la recerca, tot i que no sempre va estar encertat i, per exemple, es va entestar a refutar l'òptica de Newton. També va ser clau en la reforma dels estudis de química a Alemanya i en l'estructuració de l'explotació dels recursos miners.

Al segle XIX potser hi havia una relació més estreta entre científics i literats. Samuel Taylor Coleridge buscava metàfores en la ciència i cantava en els seus poemes a Newton i Priestley. El físic i químic Humphrey Davy escrivia:

The massy pillars of the earth,
The inert rocks, the solid stones,
Which give no power, no motion birth,
Which are to Nature lifeless bones,
Change slowly; but their dust remains,
And every atom, measured, weigh'd,
Is whirl'd by blasts along the plains,
Or in the fertile furrow laid.

I el físic escocès James Clerk Maxwell, per la seva banda, deixà versos com aquests:

At quite uncertain times and places,
The atoms left their heavenly path,
And by fortuitous embraces,
Engendered all that being hath.

And though they seem to cling together,
And form 'associations' here,
Yet, soon or late, they burst their tether,
And through the depths of space career.

Trobaríem també moltes referències químiques en autors com Balzac, sobretot a *La recerca de l'absolut*, o bé, en Flaubert, en Proust o en Mann. De vegades aprofitant el llenguatge químic per a les metàfores i en d'altres per plasmar posicions en pro i en contra d'aquesta ciència. Un enginyer de formació, com Dostoievski, és molt crític amb la ciència i la tecnologia. A *Els germans Karamàzov*, per exemple, un personatge critica que els científics expliquin el funcionament del cervell, mentre parlen d'uns nervis, unes fibres, que vibren i així es forma una imatge d'un objecte o d'una acció: «La química, germà meu, la química! No hi ha res a fer, reverends pares; aparteu-vos, que passa la química!». En un altre passatge critica lúcidament la superespecialització emergent: un personatge explica que abans un metge ho curava tot, però ara, quan t'envien a curar-te el nas, et trobes que el metge de París et diu: «Sóc especialista del forat esquerre del nas i, per al dret, heu d'anar a tal altre col·lega, a Viena».

Però crec que hi ha un nom que aquí resulta molt adient destacar-lo. Quan, el 1981, Roald Hoffmann va rebre, junt amb Kenichi Fukui, el Nobel de Química, a Estocolm hi havia un tercer químic guardonat amb el Nobel. No va rebre, però, el premi de química, sinó el de literatura. Era Elias Canetti. Havia estudiat química gairebé per imposició familiar, ja que volien que tingués una carrera per guanyar-se la vida. Ell tenia passió per les ciències naturals, però, a la seva trilogia de memòries, reconeix que no es va pas llicenciar per vocació, sinó perquè tenia per costum acabar allò que començava. Recorda que les tardes de laboratori se li feien tedioses i inacabables. I que si les podia suportar era per les converses que tenia amb una companya de curs, sobre l'obra de Dostoievski. Com aquell que intenta acabar-se un menjar que li desagrada bevent petits glops d'aigua o barrejant-lo amb miquetes d'un aliment més saborós.

Però al mateix temps, en la seva trilogia autobiogràfica, reconeix que les matemàtiques que va aprendre «van esdevenir una part essencial de mi, em van donar el sentit de conseqüència i una certa força mental, [...] m'ensenyaren a conquerir de mica en mica el desconegut». I també afirma que, al treball dur de la primera novel·la, s'hi va dedicar amb una regularitat que «em recordava la disciplina de les ciències na-

turals, que s'havia endinsat en mi de manera especial, encara que m'hagués allunyat tan decididament d'ella».

La ciència, doncs, no sempre s'aparta de la literatura, sinó que sovint l'ajuda. I sovint és font de metàfores i símls per expressar els sentiments. Els versos de Hoffmann són ben diferents dels d'altres autors que també han plasmat la química en poemes. Molt, molt diferents dels poemes que Alberto Cavaliere va escriure als anys seixanta, que es van recollir sota el títol *La Chimica in versi*. És una forma curiosa d'exposar aquesta ciència, amb fragments com ara aquest, que parla del clor:

Composto trovasi,
puro non già,
per la sua massima
affinità.
Giallo verdognolo,
d'odor non grato,
è un gas venefico
che ci vien dato
quando il cloridrico
viene alle prese
con il biossido
di manganese.

O passant a la química orgànica:

Gl'idrocarburi saturi,
detti anche paraffine,
dal primo della serie
s'ottengono a dozzine.

Menys voluntat didàctica, però no menys voluntat científica, va tenir Raymond Queneau, quan va escriure la *Petita cosmogonia portàtil*, una mena de *De rerum natura* modern. O quan es va inspirar en els plàstics per compondre el «Cant de l'estirè» (1969), que acaba així:

Et pétrole et charbon s'en allaient en fumée
Quan le chimiste vint qui eut l'hereuse idée
De rendre ces nuées solides et d'en faire
D'innombrables objets au but utilitaire.
En matériaux nouveaux ces obscurs résidus
Sont ainsi transformés. Il en est d'inconnus
Qui attendent encor la mutation chimique
Pour mériter enfin la vente à prix unique.

El químic mallorquí Àngel Terron rebut així la idea que la ciència fa perdre bellesa a les coses, amb un poema anomenat també *De rerum natura*:

Quan un científic mira una pedra
no veu tan sols un objecte contundent,
hi veu tot un entramat de molècules,
l'estructura tridimensional dels silicats,
l'acumulació ofegada dels foraminífers.
Quan mira un arbre coneix el perquè dels seus colors,
la distribució especial dels àtoms de la clorofil·la,
les cadenes de carboni asimètrics que li han donat vida.

Més recentment hem pogut llegir el llegat poètic del químic sabadellenc Enric Casassas i Simó —pare del poeta Enric Casassas. En el recull *A la dula vés*, hi trobem el poema «Multituds irruents», on ofereix una descripció de l'equip dels antiavalots basada en els materials utilitzats:

Amb el cap escalfat duen un casc de polièster creuat amb estirè,
la visera de metacrilat els protegeix el rostre;
un corretjam de polipropilè sindiotàctic els cenyeix;
tots en rengles, espatlla contra espatlla, com els deu mil de Xenofont,
escut contra escut, polimetacrilat de metil, el més rígid,
fan una paret transparent inexpugnable
des d'on llencen projectils d'ABS endurit.
Els agrada pegar amb porres de policloroprè.
Moderns, vesteixen dacró, crilenka, rilsan i saran,
dues plantilles de poliuretà a les botes,
moderns, a la bragueta els llisca la cremallera de niló.
Reminiscent, de l'era del metall només els resta
la puntera de les botes, de titani, del metall uralià més dur,
que fa més dolorós el cop de peu
al costellam, a l'engonal del caigut
quan la multitud irruent és dispersada.

Hoffmann també aprofita elements de la química i alguns de la física per compondre els poemes: «Estat metamíctic», «Polímers», «Solitons»... En alguns poemes, com «Napkin Engineering», mostra quins avantatges tindria ser menys biològics i més mecànics:

Imagina't que no fóssim aquesta carn suau
que s'esquinça en cargols rovellats i estelles
sinó quelcom molt més dur, quelcom que brilla.
[...] Imagina't,

uns nosaltres millors, no un exercici barroer
de modelat d'un cos en fang, sinó quelcom
dissenyat per durar: En brillant acer 304
inoxidable...

En altres, com «Tsunami», traduït en aquestes pàgines per Ramon Carbó-Dorca, destaca que, afortunadament, no compartim certes característiques amb alguns fenòmens físics, com els solitons.

A les seves contribucions a la química i a la poesia, Hoffmann hi afegeix la divulgació de la ciència, des del cafè científic de Nova York fins a conferències, exposicions o sèries televisives. O bé en obres de teatre, com la celebrada *Oxygen*, escrita amb Carl Djerassi, el pare de la píndola anticonceptiva. Aquesta activitat hauria de ser més usual entre els investigadors. El científic ha de comunicar. I, a més, ha d'intentar fer-ho amb el llenguatge més bell possible, de la mateixa manera que entre les diverses solucions a un problema, entre les diverses equacions que expliquen un fenomen, molts grans científics ens han ensenyat que sempre cal triar la més bonica i harmoniosa.

Hoffmann elabora el seus poemes, potser, com portaria endavant una reacció química: posa en un matràs una acurada barreja de raciocini i emotivitat, d'observacions i d'impressions. De la mateixa manera que les regles de Woodward-Hoffmann permeten preveure quines reaccions es duran a terme i quines no, o quines es produiran amb més dificultats, la seva ment de poeta discrimina, en aquesta reacció lenta de paraules, aquelles que tenen sentit i aquelles que no, les que ens diran alguna cosa i les que no passaran el sedàs de la selecció natural. En sorgeixen aquestes macromolècules —perquè no són sinó això aquests poemes— on els àtoms de les impressions i de les paraules s'enllacen i formen les llargues cadenes que arriben als receptors del nostre cervell, que allà es processen i que, a través d'un joc de neurotransmissors, desperten tota una cascada de sensacions.

Potser és una forma poc poètica de dir-ho, però, en definitiva, com afirma l'investigador i assagista Robert Ornstein: «No existeix el color a la natura, ni el so ni l'olor; només hi ha moviments d'ones i molècules. Som nosaltres els qui creem la música en la ment, nosaltres els que percebem, com perfum, els canvis en la composició dels gasos». Poc romàntic? Potser sí. I probablement poc adequat, perquè seria difícil captivar algú descrivint una posta de sol amb una sèrie d'equacions sobre ones, espectres i nivells energètics.

Però això no treu que, ben utilitzada, la ciència ens ajudi a potenciar la nostra sensibilitat i a comunicar els nostres sentiments, com fa Hoffmann. És inevitable parlar, aquí també, d'un altre químic i escriptor: Primo Levi. Ens va deixar una de les descripcions literàries més punyents i lloades sobre la vida en un camp de concentració nazi. I potser aquesta experiència va ser la que el va dur a alternar la indústria química amb la literatura. A la seva obra sovint totes dues branques del coneixement s'uneixen harmònicament. I potser això faci enrere alguns lectors, que busquen altres coses en la literatura. No serà el llenguatge de la ciència massa difícil? Levi responia amb contundència. Ell té narracions on parla de coixinets, de molècules i d'ancoratge de cables. I diu que no pot canviar els mots: «Si, com és probable, vostè acceptà en el seu moment llibres sobre el mar del segle XVIII, sens dubte va digerir els baupresos i els esquifs. Així que no es desanimi: deixi's portar per la fantasia o consulti un diccionari. Li pot ser útil, atès que vivim en un món de molècules i coixinets».

Per això, tots hem de fer un petit esforç. Els científics han d'explicar les seves recerques o descriure les seves impressions; han de fer assaig, narrativa o poesia. I el públic en general, i els intel·lectuals d'altres branques, en particular, han d'esforçar-se a comprendre i a treballar conjuntament, atès que vivim en un món de molècules i paraules.

Didàctica de la química: Quina química hem d'ensenyar al batxillerat i com ho hem de fer?

Josefa Guitart Mas

Professora de física i química de l'IES Secretari Coloma de Barcelona, a/e: jguitar3@pie.xtec.es

El passat mes d'octubre es va celebrar a la seu de l'IEC el XIII Debat de Química a l'Institut d'Estudis Catalans dirigit al professorat d'ensenyament secundari i universitari d'aquest àmbit.

El debat va girar al voltant de qüestions com els continguts i la manera d'ensenyar química al batxillerat, les últimes modificacions en el currículum del batxillerat, el futur de les PAU i les relacions entre l'ensenyament secundari i la universitat.

Entre els conferenciants convidats hi va haver una representació de la Direcció General d'Ordenació i Innovació Educativa del Departament d'Ensenyament i de la Coordinació de les PAU, experts de la universitat en didàctica de la química i professorat d'ensenyament secundari i universitari, amb una destacada trajectòria professional.

L'acte va comptar amb la presència d'uns cent quaranta assistents i la valoració, tant de les ponències com dels torns d'intervencions, va ser molt positiva.

La senyora Conxita Mayós del Servei d'Ordenació Curricular de la Direcció General d'Ordenació i Innovació Educativa del Departament d'Ensenyament va presentar una ponència sobre les últimes modificacions en el currículum del batxillerat. Aquests canvis, a més d'incorporar modificacions en la distribució de continguts per cursos, a primer i a segon de batxillerat, consisteixen bàsicament en un augment del nombre de crèdits i, per tant, de les hores dedicades a matèries comunes, cosa que es reflecteix en una disminució de les hores destinades a matèries optatives. D'altra banda, s'ha incrementat a sis el nombre de crèdits d'algunes matèries optatives de modalitat i s'han acceptat com a matèries optatives tipificades de química i de física, la química pràctica i la física pràctica.

El debat va comptar amb nombroses intervencions del professorat assistent, algunes de les quals s'indiquen a continuació. Els alumnes, actualment, poden cursar menys matèries optatives de modalitat que abans de les modificacions i, en concret, s'indicà que els alumnes del batxillerat tecnològic, tot i que ara la química és matèria de modalitat per a aquest batxillerat, tenen poques possibilitats de cursar-la, ja que en alguns centres no se'ls dona aquesta opció o bé l'han de triar entre moltes altres matèries de modalitat. A més, l'alumnat

del batxillerat de ciències sovint no cursa la física de modalitat, matèria considerada molt necessària en la formació dels alumnes de l'àmbit científic.

Altres intervencions van assenyalar que els alumnes reben poca formació en ciències, ja que no hi ha presència de les ciències en el currículum comú de batxillerat, i cada cop hi ha menys possibilitats d'introduir matèries optatives relacionades amb la química en el currículum dels alumnes del batxillerat de ciències i tecnològic.

També, es manifestà la preocupació per la manca d'hores per fer treballs pràctics, ja que l'hora addicional per a desdoblar grups nombrosos, assignada a les matèries de modalitat amb caràcter experimental, en pocs centres es pot tenir en compte, perquè no és preceptiva, i es fa en funció de les necessitats del centre i la disponibilitat de professorat.

La valoració de la incorporació de les matèries optatives tipificades, química pràctica i física pràctica, tot i ser positiva, té moltes limitacions, ja que les darreres modificacions curriculars limiten tant la franja horària destinada a matèries optatives tipificades, que són molt pocs els centres que tenen possibilitat d'incloure-les en el seu currículum de batxillerat, ja sigui perquè hi ha moltes matèries tipificades, i no es poden oferir totes, o ja sigui perquè no disposen d'hores de professorat per poder fer-ho.

El doctor Aureli Caamaño, professor de l'IES Barcelona-Congrés, amb una trajectòria professional molt lligada a la formació del professorat i autor de materials curriculars i de llibres de text de secundària, va fer una intervenció que portava per títol «Repensar els continguts de la química al batxillerat». El conferenciant va fer una revisió de la química que s'ha ensenyat als alumnes de l'actual ensenyament secundari en les últimes dècades, i va parlar sobre quins són els continguts de química que convindria ensenyar actualment.

En aquesta ponència, es van revisar els continguts conceptuals més importants de la química en l'ensenyament secundari i algunes propostes de canvi per debatre. Aquesta revisió es va plantejar per als diferents blocs de continguts conceptuals que es troben en el currículum de la química a secundària i que queden inclosos en apartats com: la matèria des del punt de vista macroscòpic i microscòpic i la seva relació, el