

## INTERACCIONS ENTRE HISTÒRIA I PROFESSIONI: EL CAS DE LA QUÍMICA

**Enric Casassas**

Universitat de Barcelona

*Abstract: The study of history of chemistry can help a chemistry worker in different ways (not only psychological or intellectual ones), some of which are analyzed in this lecture. In turn, chemists can help the science historian because of his technical knowledge of the issues implied. These interactions are studied for three kinds of people involved in chemical work: those working in industry or trade, those which work as teachers in secondary schools or universities, and those doing scientific research; specific problems arisen from their different attitudes are detected. The general problem know as "the two cultures divorce" is commented. The trend towards isolation and self-assertion that seems to pervade many research workers is seen as a potential danger in the present times, when social and political issues are more and more of a scientific or technical character.*

*Key words: History and profession, chemical language, chemical teaching, scientific culture, the "two cultures" problem, chemists vs political issues*

El tema d'aquesta conferència respon a un suggeriment dels organitzadors responsables d'aquestes Trobades, als qui agraeixo la invitació a participar en aquest acte, però als qui a la vegada faig retret d'haver-me posat enfront d'un tema difícil, probablement molt àrid com comprovareu, però que tractaré de desenvolupar amb brevetat suficient. Per centrar el tema direm que es refereix a la descriptiva i l'anàlisi de les interaccions que existeixen entre la història de la química i la professió de químic, tema que en gran part es pot generalitzar a la història de la ciència i a la professió de científic.

No crec pas que hagi de començar fent una definició d'allò que entenem per història de la ciència, però sí que és convenient de remarcar que entre les matèries objecte d'estudi que podem considerar que li pertanyen, n'hi ha de dos tipus ben diferents, que poden ésser objecte de tractaments diferents, les matèries relacionades directament amb l'evolució de les idees, i les que no toquen d'una manera directa aquesta evolució. Entre aquestes segones, de vessant factual o anecdòtic, trobem temes com els següents:

1. Com fou que William Thomson, després Lord Kelvin [1824-1907], havent acabat brillantíssimament la carrera universitària a Cambridge i obtingut una plaça de professor a Glasgow, es decidís a col·laborar amb James Prescott Joule [1818-1889], que no era professor universitari sinó només fabricant de cervesa? Quines dificultats havia representat per a aquest darrer la seva condició de fabricant de cervesa? (Resposta a aquestes preguntes la trobareu a Cardwell, 1989, i també a Thompson, 1976a).

2. Quins malsdecaps causà a Joseph Priestley [1733-1804], pastor anglicà, malversar els diners de la parròquia en els seus experiments amb gasos, i què en tragué pràcticament del descobriment de l'oxigen? (Vegeu Gibbs, 1968).

3. Quin fou el fonament de les acusacions contra Antoine Laurent Lavoisier [1743-1793], fetes en el judici de la *Ferme Générale* que el portaren a la guillotina? Com és que la vídua de Lavoisier es tornà a casar, també amb un altre químic, Benjamí Thompson, comte de Rumford [1753-1814]? (Per a la primera pregunta, vegeu Kahane, 1974; per a la segona, Bernal, 1954).

Tots aquests temes cauen dins la categoria d'efemèrides, anècdotes o fets històrics succeïts a científics, que poden o no haver influït sobre llurs realitzacions com a tals.

b) Entre les matèries del primer tipus indicat abans, les relacionades directament amb l'evolució de les idees científiques, trobem temes com els següents:

1. Com va evolucionar el curs del pensament que va portar des de la interpretació de l'efecte Joule a la de l'efecte Joule-Thomson? Com va aparèixer el concepte de forces d'atracció intermolecular actuant en els gasos? Com va repercutir això posteriorment? (Cardwell, 1989).

2. Com es va passar del treball experimental amb gasos a la hipòtesi d'Amedeo Avogadro [1776-1856]? Com es va interpretar inicialment aquesta hipòtesi? Quines dificultats conceptuals impedièren als científics la comprensió i l'acceptació de la hipòtesi d'Avogadro? (Encara que Brock, 1992a, sembla que vol minimitzar la contribució d'Avogadro, ha d'assenyalar la transcendència química general de l'explicació que en donà Cannizzaro [1826-1910]. Vegeu Vanzetti i Speter, 1929).

3. Fins a quin punt Lavoisier és deutor de les contribucions de Mikhaïl Vasiljevítx Lomonòsov [1711-1765] en diverses àrees de la seva activitat científica? (Pavlova i Fiodorov, 1980; Soloviev, 1976).

4. Si bé sembla senzill trobar les raons que indugueren el comte de Rumford (la biografia del qual és resumida i analitzada magistralment en un capítol de la novel·la *"El Rèmol"* de Gunter Grass (Grass, 1977), dic, trobar les raons que l'indugueren a fer una formulació d'allò que després seria el Primer Principi de la termodinàmica, com es pot saber d'on va treure Nicolau Leonard Sadi Carnot [1796-1832] la idea del rendiment del cicle que coneixem pel seu nom, i la formulació que ell va fer d'allò que després seria el Segon Principi de la Termodinàmica (Thompson, 1976b)?

Ara, en dir "d'on va treure la idea?" no m'he volgut referir al funcionament dels mecanismes mentals, que és un tema de la psicologia aplicada o de la psiquiatria, tema per a C. G. Jung [1875-1961] o per a Henri Poincaré [1854-1912], sinó a l'anàlisi de l'estat dels coneixements de l'època i de les tendències de llur evolució que en aquells moments eren previsibles.

De les matèries del tipus factual, un historiador amb formació d'historiador i dominant la metodologia del treball d'historiador en pot tractar amb solvència i eficiència. De les del tipus conceptual, no: amb la metodologia de l'historiador no en té prou, i si s'hi atreueix i en tracta pot cometre errors greus. Així, hem llegit recentment, en un text d'història de la ciència la hipòtesi d'Avogadro explicada simplement: *Avogadro va establir que les molècules dels elements són diatòmiques*. I no res més. L'historiador pur necessita en aquests casos la col·laboració del científic, o el seu assessorament, el qual, en principi, utilitza els conceptes i la nomenclatura que empraven els protagonistes del fet històric

estudiat o que, al menys, és capaç d'entendre'ls, els conceptes i les paraules que empraven, perquè sap de quina manera han estat traduïts o han repercutit a la ciència moderna.

La constatació, de la necessitat que l'historiador té de l'assessorament d'un científic practicant, o de treballar en col·laboració amb un científic, no es pot extrapolar fins a l'extrem d'afirmar que la història de la ciència la pot escriure, sense més requisits, un professional comú de la ciència. Al contrari, molts professionals de la ciència o de la tecnologia han volgut dedicar-se a la història en un moment o altre de llur vida professional, per exemple en estones d'oci, com a hobby en lloc del bricolatge, o després de jubilats. I molts d'aquests ho han fet amb fruits irrisoris si no posseïen per alguna raó un cert domini de l'ofici d'historiador. Aquí, com en tants d'altres aspectes de l'activitat humana, el dilettantisme es bo per a qui el practica, perquè l'enriqueix espiritualment i li pot proporcionar moments íntims de felicitat, però és dolent, fins i tot nefast, per al conjunt de la societat si el que el practica es deixa endur per la vanitat o l'orgull i en fa ostentació pública. Encara que el text que vaig a citar no sigui de tipus històric, sí que és del tipus d'esplai íntim a què em refereixo aquí. Us poso l'exemple de *Tónicos de la voluntad*, de Ramon i Cajal, i ja sabreu què vull dir. Cal dir, però, que en aquest tipus de literatura se solen tocar amb més freqüència temes relacionats amb filosofia de la ciència o amb epistemologia que temes específics d'història, i que els autors troben facilitats editorials tant més grans com més renom científic tenen (vegeu, per exemple, Planck, 1965-1967, entre tants d'altres), amb independència d'allò que diu el text.

Hi ha un abisme entre les metodologies de l'un i de l'altre, i la metodologia del científic professional quan fa ciència respon a una formació que l'allunya molt de la metodologia de l'historiador quan fa història. Per això, el professional de la ciència que vol dedicar-se al conreu seriós de la història de la ciència necessita sotmetre's a reciclatge, ha de fer un reaprenentatge fins a aconseguir sumar a les seves maneres pròpies de fer les maneres de fer de l'historiador (com fou, per exemple, el cas paradigmàtic de M. Berthelot; vegeu-ne com a mostra alguna de les seves monografies [Berthelot, 1885-1906]). Aquesta ambivalència l'enriqueix, al científic, encara que comporta un perill potencial que de tota manera cal evitar: un pendent rost cap a la superficialitat.

Assenyalar les diferents metodologies, les diferents definicions de certs conceptes, els diferents usos de certes paraules segons es tracti de científics professionals o d'historiadors, equival a tornar a posar sobre la taula el problema de *les dues cultures* que plantejà ja fa uns trenta anys C. P. Snow (Snow, 1959): el problema de l'existència separada de les cultures dels qui han tingut una formació de tipus humanístic i dels que l'han rebuda de tipus científic (entès científic aquí en el sentit de relatiu a les ciències dites "dures"), entre les quals cultures no hi ha ponts de diàleg o n'hi ha escassíssims i minsos. L'assaig de Snow denunciava una pretesa preponderància de la gent de lletres sobre la de ciències, tant pel que fa a les normes de conducta social en general -és considerada una deficiència més greu ignorar les contribucions de Shakespeare [1564-1616] a la cultura de la humanitat que les d'Ernest Rutherford [1871-1937]-, com pel que fa a les estructures de poder, ocupades tradicionalment per gent de lletres (incloent entre aquests els graduats en dret, en sociologia, potser fins i tot en economia). En la nostra societat, on cada vegada la ciència i les seves derivacions tenen un paper més important i repercuteixen més directament sobre la supervivència dels individus i de les comunitats, i que és una societat cada vegada més dependent de problemes que, si han de tenir una solució, l'han de trobar en el camp de la



ciència i la tecnologia, resulta que el científic o el tecnòleg ocupen com a màxim posicions en consells assessors, és a dir, posicions exemptes de la responsabilitat de la decisió última, i els que l'han de prendre, aquesta decisió última, tenen una formació que no els capacita per a captar a fons els informes d'assessoria que reben, ni per a preveure'n fins a les darreres conseqüències.

Una gran part del problema creat pels murs d'incomprensió entre els uns i els altres deriva de l'especificitat dels llenguatges d'especialitat. Encara que totes les especialitats tenen llenguatges que són difícils per a les persones que no tenen la formació corresponent, potser sigui el de la química un dels més aptes per crear murs de separació. Ja ho cercaren així deliberadament, abans que la química no es digués química, els alquimistes, mestres del llenguatge obscur (Sola i Mir, 1986; Pereira, 1990a, 1990b; Jung, 1967).

Però la part principal d'aquest problema deriva del sistema d'ensenyament, que es demostra incapaç de vèncer la inèrcia de tants que es complauen en la pròpia ignorància, i això malgrat esforços notables (Hutchinson, 1967).

L'obra de Snow va sortir a la llum en un temps en què hi havia alta tensió entre els pols de la guerra freda, en què una gran part de la intel·lectualitat progressista del món occidental se sentia atreta, si no seduïda, per les formes pràctiques en què havia estat traduïda a l'Europa de l'Est la filosofia marxista. La dicotomia de Snow fou titllada per aquests de reaccionària, de mostra de la feblesa dels artificis burgesos, i això perquè el marxisme, deien, era quelcom de globalitzador que permetia superar les esquizofrènies que una societat burgesa crea en l'esperit o la ment dels qui la serveixen, dels qui, fet i fet en són esclaus. Així, el problema plantejat per Snow no rebé l'atenció que mereixia (Solé-Tura, 1965; Anònim, 1965). El fet és que ara el panorama intel·lectual ha canviat, han canviat les modes, la filosofia marxista avui no ocupa ni una porció més del lloc que li correspon dins de la filosofia, murs han caigut a Berlín però altres càncers i cores han vingut a minar una societat que se les prometia molt felices. El problema plantejat per Snow subsisteix, potser en una mesura residual, la mesura del poder residual que és deixat per als polítics, la mesura d'allò que ens és deixat al comú de la gent, quan no estem enganxats a la televisió, per a tractar de conviure amb els nostres consemblants. Vull dir que ara, el veritable poder és concentrat cada dia més en cenacles tancats de tecnòcrates que dominen la informàtica i les autopistes de la informació i aquestes coses, els tecnòcrates als quals no els en cal cap, de cultura, perquè saben que prement un piu en un punt donat del globus tenen la capacitat de posar en marxa la funció a tots els teatres de titelles i de marionetes participants en tots els festivals d'arreu del món (Bernal, 1967).

Perdoneu aquesta digressió, però m'ha semblat interessant recordar ara el problema de les dues cultures quan vull tractar del paper que pot jugar la història, en particular la història de la ciència, en l'enriquiment intel·lectual i moral del professional de la química, quan vull veure si fins i tot pot contribuir a millorar, al menys qualitativament, el seu treball. Així com he començat explorant en quins aspectes o fins a quin grau el professional de la química pot ajudar el creador de la història de la ciència, ara cercarem en quins aspectes hi pot haver reciprocitat.

Però ens trobem des del primer moment amb una dificultat: el conjunt de professionals de la química no és un conjunt homogeni, ans al contrari. Existeixen en el seu interior subconjunts ben diferenciats que cal tractar separatament. Considerarem a

continuació que els professionals de la química es divideixen en els tres subconjunts següents:

1. professionals que treballen a la indústria, al comerç, als laboratoris de serveis, és a dir, els qui fan de químic;
2. professionals que es dediquen a l'ensenyament, principalment a l'ensenyament secundari, és a dir, qui es dediquen a activitats docents;
3. professionals que es dediquen a la recerca.

En principi, els ensenyants universitaris majoritàriament cauen alhora en el grup 2 i en el grup 3 (amb algunes excepcions que només participen del grup 2, és a dir, que només ensenyen i no fan recerca, i que, per tant, més valdria que deixessin la universitat); ens sembla que no cal, per al tractament que anem a fer aquí, establir un subconjunt mixt amb aquests químics.

En relació amb el primer grup direm que és aquell en el qual és més patent la divisió bicultural de què acabem de parlar. El cap de producció d'una empresa de fabricació de pigments està preparat per assolir a cada operació el rendiment màsic previst, per abastar la puresa de matis necessària, per evitar les impurificacions que poden procedir de l'atmosfera del local, del tub per on és injectat el vapor de calefacció o del treball poc acurat d'alguns dels operaris. Sap perfectament què ha de fer a cada moment perquè tot allò que fa constitueix una rutina consolidada. Sap perfectament que no li ha de servir de res un coneixement de la història de la química, ni tan solament la història de la parcel·la de la química on ell es guanya la vida, la de la indústria del color, la de la indústria de la utilització dels colors (Gage, 1994).

Però aquí volem tractar la qüestió amb una mica de profunditat, i això ens porta a la mateixa arrel de la persona humana. Allò que interessa realment no és el servei concret material que hom pugui obtenir dels coneixements d'història de la ciència en l'exercici de la professió, sinó el servei abstracte immaterial que aquests poden fer en la vida general. Dir això és el mateix que afirmar la utilitat d'ésser una persona culta. Però aquí fem una desviació subtil del concepte de persona culta i el portem vers un camí on, amb independència de les històries de les arts i de les lletres, però sense excloure-les, tractem de la història de la nostra professió, centrada en cada moment dins el seu temps i dins un conjunt definit de circumstàncies. Passar les tardes dels dissabtes durant alguna temporada, o els vespres abans d'anar al llit, llegint per exemple sobre l'alquímia, tractant d'entendre la veritable història de l'alquímia per tal de veure fins a quin punt la podem considerar com una protoquímica, és a dir, com el nostre avantpassat més directe (vegeu l'excel·lent tractament que fa del tema Pereira, 1992; són també molts suggerents en aquest sentit els treballs de Bonner, 1990, i de Perarnau, 1995, que tenen l'interès addicional de referir-se als nostres Ramon Llull i Arnau de Vilanova, respectivament), ens condueix a un coneixement d'uns aspectes culturals de l'Occident medieval que d'altra manera no sabries com adquirir, i aprenem a distingir entre els franciscans, com Duns Scot [1266-1308] o Roger Bacon [1214-1294], i els dominicans, amb Albert el Magne [1206-1280] i Tomàs d'Aquino [1225-1274]. I aleshores en treiem, si no altres avantatges, un major plaer en llegir novel·les com *El nom de la rosa* (Eco, 1988), perquè pots penetrar millor en el seu significat profund. I si seguint amb la història de l'alquímia arribàvem fins als segles XVII i XVIII quan el desenvolupament de la veritable química i altres circumstàncies han anat relegant l'alquímia cap el reialme de les ciències més o menys ocultes, les que treballen el subconscient de la



persona, o encara més endins, fem coneixença amb un quadre de valors que ens permetra gaudir més plenament de la lectura de *El Pèndol de Foucault* (Eco, 1989). No vull dir que la condició de persona culta sigui necessària només que per a llegir Umberto Eco; poso a aquest com a exemple de tot el conjunt de creacions artístiques i literàries a la fruïció de les quals es pot arribar a partir del conreu d'activitats d'índole històrica centrades en la professió mateixa del científic.

De vegades, les lectures o els estudis sobre història de la química el professional comú les ha de fer en llibres del nivell dels llibres de text; és millor que les faci en monografies de nivell més alt o en articles de revistes especialitzades en història de la ciència. Cal que desconfiï, en principi, de les obres de vulgarització massa elementals, on corre el perill de trobar interpretacions personals frívoles o, més comunament, de trobar massa deixatats el contingut científic. Però, d'altra banda, no és gaire aconsellable, per al que no està polaritzat fortament vers la història de la ciència, la lectura o l'estudi de textos originals d'autors de temps passats, que generalment són densos i poc intel·ligibles per al lector contemporani, encara que, sovint, s'hi troben perles d'un orient inigualable. Recordo, com si l'hagués llegit ahir, un text que vaig llegir temps ha que contenia, traduïts a l'anglès, fragments substancials de l'obra de Johannes Kepler [1571-1630], on desenvolupa les seves lleis sobre les òrbites planetàries el·líptiques. En un moment donat li cal operar amb quocients d'infinitesims per a poder seguir endavant en una demostració, i no disposa del càlcul diferencial, sinó que no fou introduït en el món de la matemàtica fins molt després, amb Gottfried Wilhelm Leibnitz [1646-1716] i Isaac Newton [1642-1727] (vegeu sobre el tema Aiton, 1975; també Wilson, 1968). Llegir les pàgines on Kepler, poc a poc, a partir del concepte de l'infinítim petit intueix com passar al límit i on, a partir de l'equació de la corba que està tractant, troba el diferencial que necessita, veure com la sola força de la seva ment desenvolupa tot això, premiosament si voleu, en un seguit de pàgines que ara despatxaria amb dues ratlles, és potser sorprenent, quelcom fins i tot emocionant: hi arribarà? no hi arribarà?, i ja ho crec que hi arriba!, aquell home que havia començat tractant els llocs geomètrics dels planetes com a una successió de políedres regulars inscrits els uns en els altres, aquell home que no es podia alliberar de la creença en unes referències musicals al sistema planetari, l'harmonia de les esferes, l'harmonia dels móns essent una mostra de la perfecció de l'obra del Déu creador.

Passo al segon grup de professionals de la química que he indicat abans: els qui es dediquen a l'ensenyament. Per a ells sí que té un interès i una utilitat directes el coneixement de la història de la ciència, en particular de la química, per diverses raons.

Començarem per comentar una d'aquestes raons que potser és poc important, però que constitueix un recurs didàctic de bona llei, d'un valor indubtable. En les explicacions de la matèria de classe o en la conversa amb els estudiants en una sessió de seminari, un coneixement adient de la història permet al professor d'intercalar en el moment oportú, o quan menys s'espera, una anècdota històrica que crida l'atenció i eixoriveix els desanimats. Parlo de recórrer a anècdotes històriques escollides adequadament, escollides sobretot pel seu contingut d'humanitat, pels valors humans en tensió que s'hi posaren en joc, escollides perquè relacionen la matèria del curs amb la vida real, perquè, en el fons, poden ésser una guspira que salta perquè es posen en contacte la cultura de les ciències amb la cultura de les humanitats (Conant, 1957). Amb això el professor, com aquell que res, intercala a classe un apòleg moral, una lliçó d'ètica,... i els alumnes ho solen captar.

Una altra raó més important de la utilitat de la història de la ciència per al professor de ciències deriva del valor didàctic que té la història per si mateixa. Hom ha dit que el procés de formació dels conceptes en la ment de la persona humana des de la infantesa més tendra, al menys dels conceptes que guarden relació amb el comportament físic i químic del món, segueix un camí anàleg al seguit per a la formació d'aquests conceptes en la col·lectivitat humana, al llarg de la història, encara que molt més concentrat en el temps, de la mateixa manera que diem que en el procés de desenvolupament del fetus cada ésser humà és un resum accelerat de tota la història del desenvolupament de l'espècie. Això serà més o menys cert, però, de fet, el coneixement de les dificultats amb què ha topat l'acceptació d'una idea al llarg de la història de la ciència, o, encara més, de les dificultats amb què ha topat l'assimilació d'aquesta idea pels científics, ens donarà una mesura de les dificultats amb què el professor toparà a classe per aconseguir que els seus estudiants entenguin o aprenguin aquesta idea. Acabo de fer una distinció entre *acceptar* una idea nova, la qual cosa és un procés intel·lectual resultat d'un acte de voluntat, i *assimilar* aquesta idea, que és molt més, que és convertir-la en matèria d'un mateix, capaç de governar els actes reflexos d'un mateix i d'influir d'una manera directa en els mecanismes productors del pensament. En aquest sentit, la història de la ciència és, doncs, un auxiliar de primera magnitud per al professor de ciències. L'anàlisi dels grans canvis, de les revolucions científiques, basada en la caducitat dels paradigmes segons Kuhn (1971), té un valor didàctic indubtable, si és duta a terme per un bon mestre; però no es pot fer sense matisacions, seguint, si voleu, el mateix Kuhn, que es veu obligat sovint a rebaixar el paradigma a un senzill "grup de conceptes" (Cerreta, 1993).

Durant anys fou acceptat per molts didactes l'anomenat "mètode històric" de l'ensenyament, que consisteix a ensenyar els diversos temes objecte d'estudi d'acord amb llur desenvolupament històric (Hostettler, 1979).

Sense excloure que, si és emprat amb prudència, pot ésser molt útil en casos puntuals, s'han de posar al mètode històric tres objeccions principals.

a) El desenvolupament d'una disciplina a classe s'ha de fer seguint l'ordre lògic dels temes que comprèn, i el de cada tema seguint l'ordre lògic dels seus continguts, i no, ni per a l'una ni per als altres, seguint l'ordre històric. Un esquema lògic és un esquema autoconsistent, en el qual l'ordre flueix per si mateix, que permet a l'estudiant apreciar el valor i la bellesa de l'ordre intel·lectual i adquirir amb netedat conceptes nets; un esquema muntat sobre un ordre cronològic pot donar lloc a un conjunt conceptual caòtic, que, encara que en aquest aspecte serà homogeni amb la vida mateixa, que és un procés no solament caòtic sinó atzarós, serà perjudicial a la llarga per a aquest procés, que és bo que hom pugui mantenir sota control, en moments donats, gràcies a disposar d'esquemes mentals ordenats. No és sa que l'alumne al llarg de la disciplina vagi veient que la ciència està constituïda per un garbuix d'idees confuses, que si bé en la realitat del procés científic són sempre provisionals i encavalcades, no ho són, de confuses, i constitueixen un edifici que, en principi, s'aguanta.

b) El mètode històric fa molt lent el desenvolupament del programa. L'acumulació de coneixements nous que cal incloure en els programes de cada nivell determinat obliga, periòdicament, a revisar els continguts de les assignatures i a eliminar-ne una part. El desenvolupament lògic rigorós del tema sempre serà no només més efectiu sinó també més breu que el desenvolupament historicista. Els grups de recerca didàctica que, a través dels



I.C.E. de les nostres universitats o a través del Col·legi de Doctors i Llicenciats, investiguen sobre l'ensenyament de la química, haurien d'esforçar-se a precisar els quadres lògics de cada gran tema -teoria atòmico-molecular de la matèria, les solucions, les reaccions en solució, l'equilibri químic, la cinètica química, etc.- per a condensar-ne el contingut, tal com va començar a fer Linus C. Pauling [1901-1993] ja fa molts anys en el seu famós llibre de química general, en la primera edició del qual (Pauling, 1947) redueix tot el tema de les lleis ponderals de la combinació i les lleis volumètriques de la reacció química a un breu epígraf en lletra menuda, mentre que en la tercera edició (1970) ja ni en parla. Això és precisament el contrari del que molts professors fan (i el contrari del que féu la història), que parteixen d'aquelles lleis per establir els postulats de la teoria atòmico-molecular de la matèria, per establir la distinció precisa de l'atomicitat de les molècules, i per introduir finalment el concepte de mol i del nombre d'Avogadro.

c) Han cregut alguns que és un pretès avantatge didàctic del mètode històric per a la didàctica el permetre anar formant sòlidament en la ment del noi o de l'adolescent els conceptes més fonamentals. Per exemple, el concepte d'àtom. Com és que creiem en l'existència dels àtoms? Que mai no es pugui respondre amb l'argument escolàstic d'autoritat: és que ens ho va dir un mestre i ens obligà a creure-hi! Sense veure'ls, i independentment de postulats prematurs de filòsofs grecs i llatins (Leucip, Demòcrit d'Abdera, Epicur de Samos, Lucreci), el científic s'ha trobat amb una col·lecció de fenòmens físics i químics que l'han obligat a acabar acceptant, sense cap dubte, l'existència d'aquestes partícules; després ha arribat a tenir-hi un contacte més íntim, ha arribat a extreure'n partícules subatòmiques, a masegar-los de diverses maneres, i fins i tot a trencar-los en fragments. Precisament tot això darrer ha fet que sovint els àtoms, l'energia atòmica, fossin matèria preponderant de notícia als mitjans de comunicació. Avui els nens petits parlen d'àtoms i de nuclis atòmics sense estranyar-se'n; d'això en volen fer alguns un argument contra el mètode històric de la didàctica, ja que no cal justificar històricament un concepte que és al carrer, que els nens fan servir en llurs jocs. Però, per a ésser justos, cal no acceptar aquest argument, perquè els nens fan servir en llurs jocs paraules i no pas conceptes, i tot de valors màgics assignats a les paraules: superman, spiderman, nau espacial, robot, bomba atòmica, bola de drac... Cal, doncs, procedir a la justificació científica dels conceptes d'àtom i de molècula, però tot el pes de la ciència moderna i de certes branques de la tecnologia moderna ens fan veure que el mètode històric està aquí totalment desfasat, i que cal recórrer a altres esquemes didàctics per aconseguir aquella justificació.

Podríem preguntar-nos aquí si seria fecunda una associació entre el professor de física i química i el professor d'història per desenvolupar una acció coordinada que potenciés, als ulls de l'estudiant, la connexió que hi ha entre el ritme i la natura del progrés científic, i l'evolució de les condicions socials, polítiques, econòmiques de cada comunitat. Aparegué en 1954 el llibre "*Science in History*" de John Desmond Bernal ([1901-1971], cristal·lògraf al Birkbeck College de la Universitat de Londres, Premi Lenin de la Pau de 1953), llibre que més tard (en 1967) fou traduït al català amb el títol "*Història Social de la Ciència*" (Bernal, 1954), on es vol demostrar que el procés d'avançament de la ciència -i el coneixement científic mateix- ve determinat fonamentalment, els condicionaments socials, polítics, econòmics de cada moment històric. En sentit contrari al del llibre de C. P. Snow, el llibre de J. D. Bernal fou també provocador de polèmica, un dels principals protagonistes de la qual fou Herbert Dingle, de l'University College, de Londres, antic president de la



Societat Britànica d'Història de la Ciència (Dingle, 1956). Evidentment, la ciència té les seves pròpies lleis de progrés, com té els seus propis criteris de certitud que alguns anomenen criteris de veritat, i, evidentment, de Copèrnic es passa a Kepler, i de Kepler a Galileu, i d'aquest a Newton, amb independència de si el règim vigent és de feudalisme, de monarquia absoluta o de lliurecanvisme. Però és evident també que cada persona es mou per la vida sotmesa a uns condicionaments determinats pel seu moment històric, i jo raono o em deixo endur per impulsos irracionals, i dono prioritat a unes coses o no els la dono, segons criteris que són diferents dels que seguia aquell nostre avantpassat del segle XVè que per fer contraban de sal -de clorur de sodi!- fou condemnat a galeres. Hem d'acceptar que els règims polítics, les situacions socials i econòmiques, els moments històrics són atots que no solament influeixen la mentalitat del científic sinó que determinen les directrius de la política científica (si és que n'hi ha), les definicions de plans prioritaris de recerca, la ubicació dels centres de recerca, i, a nivell global, la mena de països que esdevindran fructífers científicament i la dels que no... És bo que això ho aprengui l'estudiant quan és estudiant, perquè això són idees que tot ésser adult ha de posseir. En concret, per al que després esdevingui un científic actiu, un coneixement de la història de la ciència que inclogui l'entreteixit dels fils d'aquesta amb els fils de la història social i política, li permetrà adoptar una posició vigilant i distant, li permetrà adonar-se de quin grau d'independència tenen els seus judicis i de quin és el grau de llibertat amb què atribueix criteris de certesa o de validesa científica a les seves troballes. Podrà preveure, també, les situacions que el durien a ésser manipulat per les instàncies del poder (siguin civils, militars o religioses) si no adoptés la posició vigilant que dic -o que potser li duran, a ésser manipulat malgrat tot, perquè hi ha atzars del destí que de fet no són atzars i són inevitables.

Aquestes consideracions ens duen, per acabar, al tercer grup de professionals que hem definit abans, el dels químics que es dediquen a la recerca.

En temps passats, el veritable científic era només aquell qui es dedicava a la recerca, dic el veritable científic, amb tota una dignitat que s'associava a la condició de científic, més i tot que a la condició de professor universitari. Un científic era un home no lligat a res ni a ningú, un home lliure, doncs, només arrossegat per la dèria del descobriment, un home que maldava per reconèixer noves veritats. Patia una limitació greu (a part de la que pogués derivar-se de la necessitat de finançament de la recerca): el movia una dèria, la seva, i solia ésser insensible a altres motivacions. El redimia, però, l'alçària del seu punt de mira. En certa manera, el professor universitari, també, en quant participa de la condició d'investigador i en quant acompleix el seu paper de baula en l'encadenament dels coneixements que rebem del passat i hem de transmetre vers el futur.

Però ara les coses han canviat: a les universitats els professors reclamaren, en un moment donat, un *contracte laboral*; cada vegada té un sentit més estricte la denominació anglosaxona d'investigador: el *research worker*, l'obrer de la recerca (Casassas, 1995). Això sorprèn, als qui hem considerat la creativitat com una condició essencial de la tasca de l'investigador -i del professor universitari-, com ho és la de l'artista, que no pot estar limitada per la fitxa per a fitxar en entrar i en plegar. Aquesta potser és una concepció obsoleta, ja que ara la recerca, no només als centres específics sinó també a les universitats, té cada cop més el caràcter d'una indústria, que comporta inversions i a la qual són exigides una productivitat i una rendibilitat (Barrera, 1955), i és cada cop més la tasca col·lectiva d'un equip, moltes vegades molt diversificat. Ara, ja cap membre de l'equip, ja ningú, no és

dipositari d'aquella dignitat antiga de la professió liberal, d'aquell esperit creatiu de l'investigador-artista. Així s'explica una de les característiques observades en algunes zones de les nostres comunitats d'investigadors: la manca d'interès per tot allò que caigui fora del camp concret i específic de la recerca pròpia. Aquella caricatura antiga, tan sabuda, que descriu l'investigador com un ésser que al llarg de la seva vida sap cada vegada més sobre un camp cada vegada més estret, fins que en el límit final ho sap tot sobre no-res, la veiem ara traduïda a la pràctica en alguns investigadors que de ben joves han limitat ja el seu camp d'actuació al final teòric, a un gairebé no-res, mentre que, com que reconeixen que el contingut dels coneixements que en tenen, del seu camp d'actuació, encara és escàs, no poden obrir sense perill de dispersió el ventall dels seus interessos intel·lectuals. Es troben avui pels laboratoris investigadors polaritzats totalment en una qüestió molt concreta i tancats deliberadament a totes les altres qüestions de la química que no coincideixen totalment amb la seva àrea estricta de treball, i molt més, és clar, tancats a les qüestions pertanyents a altres disciplines, la familiaritat amb les quals els permetria aspirar a fruit de la condició de persona culta. És la vastedad d'aquestes altres qüestions allò que esvera aquests obrers ja des dels primers estadis de llur formació com a investigadors, si és que l'esverament no venia ja d'abans, de les insuficiències d'uns ensenyaments rebuts durant la carrera o durant el batxillerat. El conreu de la història de llur disciplina, al qual podrien orientar-se fàcilment sense gaire esforç, si volguessin, podria servir per a re-humanitzar aquest tipus de professionals que cada dia que passa tendeixen a ésser més deshumanitzats i a viure en un món més i més a part. Però és dubtós que mai no es decideixin a fer-ho.

Esmentaré, per tal de contrarrestar una mica el pessimisme dels darrers paràgrafs, el cas de l'anomenat escarabat solsticial (Gerhardt, 1965). A Lindau, illeta alemanya sobre el llac Constança, molt a la vora de les fronteres amb Suïssa i amb Àustria, es reuneixen cada any a finals de juny, des de fa molts anys (des de 1951) científics que han estat guardonats amb el premi Nobel, principalment físics i químics. Posen en comú les seves experiències de durant l'any, parlen dels seus punts de vista sobre el progrés científic, criden l'atenció de la societat sobre els perills potencials que poden derivar d'aquest origen -o d'altres orígens; en fi, treballen uns dies i fan algun tec. En el banquet inaugural de la primera reunió celebrada a Lindau, en un restaurant de primera, un escarabat, ningú sap com, va introduir-se a la sala, precisament a la taula de presidència. El qui actuava d'amfitrió, el comte Bernardotte, invità a qui presidia la taula, el professor Adolf Butenandt [1903-], Premi Nobel de Química de 1939, amb Leopold Ruzicka [1887-1976], per les seves troballes sobre les relacions de les hormones sexuals amb els esteroides, l'invità, deia, a pronunciar unes frases de salutació per al visitant inesperat. El discurs que improvisà Butenandt sense tractar per res de química, fou enginyós, d'alt nivell intel·lectual i posà de manifest la riquesa de la cultura i la varietat dels recursos de l'orador. L'èxit assolit fou causa que des d'aleshores, cada any, el president de torn pronuncii el ja cèlebre "*discurs sobre l'escarabat solsticial*". L'any 1964 fou d'antologia la peça oratòria que pronuncià l'anglès Richard L. M. Synge [1914-], Premi Nobel de 1952, amb Archer J. Martin [1910-] per la introducció de la cromatografia de partició. Parlar de Synge, però, és parlar d'un dels cervells més preclars de la química moderna, és parlar d'un experimentalista que els experiments els pensava llargament i no els feia materialment fins que en el seu pensament no havien sortit bé: i els experiments reals sortien tal com havia previst. Després d'haver posat a punt la cromatografia de partició (líquid/líquid) i haver predit que havia d'ésser



possible fer-la també amb una de les fases en estat gasós, posà a punt la cromatografia de gasos en mitja dotzena escassa d'experiments en els quals, a partir del tercer o quart, els pics corresponents a una mescla d'amines li sortiren ja simètrics sense cap mena de cua. Linus Pauling (premi Nobel de Química de 1954), també participant habitual a Lindau, guanyà el premi Nobel de la Pau en 1963 (Servos, 1990; Brock, 1992b).

Vull dir amb tot això que encara existeixen investigadors que, tot i cercar i recercar com els altres, i tot i saber que seran reconeguts en el present i que la posteritat els recordarà només que pel valor d'allò que hagin trobat en la seva investigació, posseeixen un esperit cultivat, uns interessos oberts i una capacitat de meravellar-se davant les realitzacions dels altres, siguin en el camp de la química siguin en els camps més diversos.

En relació a aquells paràgrafs pessimistes d'abans voldriem remarcar que som ben conscients que la història de la química són els investigadors els qui l'han feta, i que són els que la fan. Com deia Bismarck -i fixeu-vos de qui fem citacions, de Bismarck!- *la història* (ell parlava en general) és simplement uns fulls de paper amb lletra impresa al damunt; la cosa important segueix essent encara el fer-la, la història, i no l'escriure-la (segons refereix Brown, 1956). Cada pas endavant d'un investigador que la història de la ciència destaca, i si no cadascun dels passos endavant, sí la seva majoria, és la resultant de l'obra de molts experimentadors que han anat acumulant dades, comprovant coincidències o posant de manifest discrepàncies, lluitant, en fi, en petites posicions a la frontera de la zona explorada; però ha estat la ment sintètica d'un de sol qui ha captat la idea general que dona sentit a tota la massa confusa de dades. El *research worker* és el soldat que s'enfanga a la trinxera, amb qui Bismarck compta però que Bismarck ni veu i que Bismarck segurament menysprea.

No podem acabar aquesta anàlisi sense fer una reivindicació. Partint de la constatació de la llacuna existent en la majoria dels professionals de la química pel que fa als coneixements d'història de la química i d'història de la ciència en general, de la constatació de llur incapacitat per copsar-ne el sentit o significació en cada moment i per extreure'n la lliçó aplicable a les circumstàncies d'avui, hem de reivindicar l'ensenyament d'aquesta història a les facultats de ciències o de tecnologia. De la mateixa manera que les facultats de farmàcia i de medicina tenen ja des de temps immemorials l'assignatura d'història corresponent, de la mateixa manera que ara, amb els plans d'estudis nous, algunes facultats de ciències o de tecnologia han introduït ja assignatures d'aquest tipus, totes les altres facultats i escoles haurien de tenir-les també. Ja és bo el sol fet que aquestes assignatures figurin als plans d'estudi nous, encara que sigui amb pocs crèdits algunes, concentrades en màsters fora de la carrera estricta altres, optatives, bianuals, en fi, en unes posicions secundàries. Però creiem que no és suficient, creiem que aquestes hi han de tenir el mateix caràcter essencial o troncal que tenen les assignatures pròpiament científiques de la carrera; així, en els plans de la carrera de química amb igual caràcter que les assignatures pròpiament de química. Al coneixement de la matèria científica que forneixen aquestes matèries, la d'història de la ciència afegirà un toc humanístic i contribuirà a fer més completa la formació del científic. El toc humanístic que dic implica, sobretot, l'hàbit d'acceptar uns criteris de certesa diferents, l'hàbit de veure tots els matisos de gris que hi ha entre el blanc i el negre, l'hàbit de respectar l'individu per damunt de l'estadística i dels criteris de classificació, etc., etc.

Hom veu difícil, però, que aquesta reivindicació trobi fàcilment resposta favorable. Actualment, quan, a les nostres universitats, a l'increment necessari dels continguts de cada

disciplina s'uneixen reduccions d'horaris o de calendaris, fins i tot del nombre d'anys de carrera, és difícil que cap professor d'una parcel·la de la química (o de les altres ciències) accepti la reducció dels crèdits de la disciplina pròpia perquè siguin assignats a una disciplina nova, que ell en el fons no deixarà de considerar secundària.

Esperem que un dia o altre, com a fruit dels esforços que representen actuacions persistents com les de la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, i actuacions puntuals com aquestes Trobades, enguany a Tarragona, s'arribi a imposar un estat d'opinió que faci possible la implantació d'aquesta disciplina al nivell que reivindico, amb la qual cosa s'aconseguirà millorar la condició personal general de cada graduat universitari.

Moltes gràcies!

### Bibliografia

- AITON, E. J. (1975), a) "The elliptical orbit and the area law". En: BEER, A. i BEER, P. (eds.), *Kepler, four hundred years, Proceedings of the Conference held in honour of Johannes Kepler*. Oxford, Pergamon Press, 573-583; b) "Infinitesimals and the area law", *ibid.*, 585-586. c) "Kepler's ideas on infinitesimals, limits and continuity", *ibid.*, 671-673.
- ANONIM (1965), "Enquesta sobre el tema de les dues cultures: J. M. Castellet, J. Triadú, E. Casassas, J. Muntaner, O. Bohigas", *Serra d'Or*, 7 (7), 514-516.
- BARRERA, HERIBERT (1995, en premsa), "La ciència al llindar del segle XXI". En: AMAT, J. i CASASSAS, E. (eds.) *Trenta-dos aspectes de ciència i tecnologia*. Barcelona, Institut d'Estudis Catalans (Arxius de les Seccions de Ciències, 100).
- BERNAL, JOHN D. (1954), *Science in History*. Londres, C. A. Watts and Co., Londres. Versió catalana de J. Solé Tura amb el títol d'*Història Social de la Ciència*. Barcelona, Edicions 62, 1967, 376-377.
- BERNAL, JOHN D. (1967), *The social function of science*. Cambridge, Mass., The M.I.T. Press. Cap. 7: Science and war, 163-190; cap. 15: Science and social transformation, 385-407.
- BERTHELOT, MARCELIN (1885-1906), *Les origines de l'alchimie* (1885); *Colléction des anciens alchimistes grecs* (1888); *Introduction a l'étude de la chimie des Anciens et du Moyen-âge* (1889); *La révolution chimique: Lavoisier* (1890); *La chimie au Moyen-âge* (1893); *Archéologie et histoire des sciences* (1906). Paris, G. Steinheil.
- BONNER, ANTHONY (1990), "Ramon Llull and the Dominicans", *Catalan Review, International Journal of Catalan Culture*, 4(1-2), 377-392.
- BROCK, WILLIAM H. (1992), *The Fontana History of Chemistry*. Londres, Fontana Press (Harper-Collins Publ.). a) 165-171, 396-397; b) 462-465.
- BROWN, HARCOURT (1965), "Science, Humanities, and Artifacts", *The Scientific Monthly*, 83(4), 169-175.
- CARDWELL, DONALD S. L. (1989), *James Joule, a Biography*. Manchester-Nova York, Manchester University Press. Cap. 8, 133-155.
- CASASSAS, ENRIC (1995, en premsa), "L'ensenyament de la química a Catalunya durant el segle XX". En: VILA i VALENTI, J. (coord.), *Les relacions entre ciència i societat a Catalunya a la fi del segle XX*. Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, vol. II.



- CERRETA, P. (1993), "Kuhn's analysis of history of black-body: from 'paradigm' to 'groups of concepts'". En: BEVILACQUA, F. (ed.), *Atti de Conferenze, 42: History of Physics in Europe in the 19th and 20th centuries*. Bolonya, Società Italiana de Fisica, 307-311.
- CONANT, JAMES B. (ed.) (1957), *Harvard Case Histories in Experimental Science*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- DINGLE, HERBERT (1956), "History of science and the sociology of science", *The Scientific Monthly*, 82 (3), 107-111.
- ECO, UMBERTO (1988), *El nom de la rosa*. Versió catalana de Josep Daurella. Barcelona, Edicions Destino (Col·lecció L'Ancora, núm 10).
- ECO, UMBERTO (1989), *El pèndol de Foucault*. Versió catalana d'Antoni Vicens. Barcelona, Edicions Destino (Col·lecció L'Ancora, núm 16).
- GAGE, JOHN (1994), *Kulturgeschichte der Farbe (von der Antike bis zur Gegenwart)*, versió alemanya de Magda Moses i Bram Opstelten. Ravensburg, Otto Maier Publ.
- GERHARDT, MARIA (1965), "Los Premios Nobel de Química y Lindau". *Hoechst al día*, 30, 31-33.
- GIBBS, F. W. (1968), *Joseph Priestley, adventurer in Science and champion of Truth*. Londres, Nelson.
- GRASS, GÜNTER (1977), *Der Butt*. Darmstadt, Hermann Luchternand Verlag. Versió castellana de Miguel Sáenz, amb el títol d'*El Rodaballo*. Madrid, Ediciones Alfaguara, 1980, 261-277.
- HOSTETTLER, JOHN D. (1979), "An Historical-Piagetian Approach to Chemistry for Nonscientists". Comunicació a la *Fifth Biennial Conference on Chemical Education, Colorado State University, 1978*; extractada a *J. Chem. Educ.*, 56 (1), 11-13.
- HUTCHINSON, ERIC (1967), "Science: a component of liberal education", *J. Chem. Educ.*, 44(5), 261-166.
- JUNG, C. G. (1967), *Alchemical Studies*. (The collected works of C. G. Jung, edited by H. REED, M. FORDHAM and G. ADLER, vol. 13). Versió de l'alemany de R. F. C. Hull. Londres, Routledge and Kegan Paul.
- KAHANE, ERNEST (1974), Lavoisier, l'homme public. En: *Lavoisier, Pages choisies*, 78-112. París, Éditions Sociales (Col·lecció *Les classiques du peuple*).
- KUHN, THOMAS S. (1962), *The structure of scientific revolutions*, University of Chicago Press, Chicago. Versió castellana d'A. Contín. Mèxic, Fondo de Cultura Económica (Breviario 213), 1971.
- PAULING, LINUS S. (1947), *General Chemistry*. San Francisco, W. H. Freeman. Versió castellana de títol *Química General, una introducció a la química descriptiva y a la teoria química moderna*. Madrid, Aguilar, 1949. Una versió castellana de la tercera edició americana (de 1970) per F. Portillo i C. Rodríguez fou publicada el 1977 per Aguilar, Madrid.
- PAVLOVA, G. E. i FIODOROV, A. S. (1980), *Mijaíl Vasilievich Lomonósov, vida y obra*. Versió castellana de J. Aquésolo et al. Moscou, Editorial Mir, 163-206.
- PERARNAU, JOSEP (ed.) (1995), *Actes de la II Trobada Internacional d'Estudis sobre Arnau de Vilanova*, vol. 2. Barcelona, Institut d'Estudis Catalans (Treballs de la Secció de Filosofia i Ciències Socials, 19).

PEREIRA, MICHELA (1990), a) "Lullian alchemy: aspects and problems of the corpus of alchemical works attributed to Ramon Llull (XIV-XVI centuries)", *Catalan Review, International Journal of Catalan Culture*, 4(1-2), 41-54. b) "'Opus Alchemicum' i 'Ars combinatoria': El Liber de secretis naturae seu de quinta essentia en la tradició lul·liana, *Randa*, 27, 45-55.

PEREIRA, MICHELA (1992), *L'Oro dei Filosofi, saggio sulle idee di un alchimista del Trecento*. Spoleto, Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo (biblioteca di Medioevo Latino, 7). (Vegeu, com exemple, la descripció detallada de les operacions bàsiques continguda a les 104-111).

PLANCK, MAX (1965-1967), *Determinismus oder Indeterminismus?*, 8ª edició, 1967; *Der Kausalbegriff in der Physik*, 10ª edició, 1967; *Die Physik im Kampf um die Weltanschauung*, 11ª edició, 1967; *Religion und Naturwissenschaft*, 15ª edició, 1965; *Scheinprobleme der Wissenschaft*, 7ª edició, 1967; *Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft*, 8ª edició, 1967; *Das Weltbild der neuen Physik*, 16ª edició, 1967; *Von Wesen der Willensfreiheit*, 11ª edició, 1967. Johan Ambrosius Barth Verlag, Leipzig.

SERVOS, JOHN W. (1990), *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling: the making of a science in America*. Princeton, Princeton University Press, 275-298.

SNOW, C. P. (1959), *The two cultures and the scientific revolution*. Versió catalana de ..., amb el títol de *Les dues cultures*. Barcelona, Edicions 62, 1965.

SOLA I MIR, PERE (1986), *Petit vademècum d'Alquímia química*. Barcelona, Editorial Alta Fulla (Col·lecció Hores d'Estudi, 4).

SOLÉ-TURA, JORDI (1965), "Humanisme i Ciència, dos móns oposats?", *Serra d'Or*, 7 (7), 513-514.

SOLOVIEV, YURII I. (1976), *L'Evoluzione del pensiero chimico dal '600 ai giorni nostri*. Versió italiana d'Adolfo Quilico. Milà, Mondadori, 40, 60, 135-137.

THOMPSON, SYLVANUS P. (1976), *The life of Lord Kelvin*. Nova York, Chelsea Publishing Co. a) vol. 1, cap. 6, 252-295. b) vol. 1, cap. 6, 256-259.

VANZETTI, B. LINO i SPETER, MAX (1929), "Cannizaro". En: BUGGE, GÜNTHER (ed.), *Das Buch der Grossen Chemiker*. Weinheim, Verlag Chemie, 173-189.

WILSON, CURTIS (1968), "Kepler's derivation of the elliptical path", *Isis*, 59 (1), 5-25.