

# LA SÍNTESE ORGÀNICA I EL CONCEPTE DE SUBSTÀNCIA PURA AMB ALGUNES BREUS INCURSIONS AL MÓN DE LA POLÍTICA I LA RELIGIÓ

per

*FÈLIX SERRATOSA I PALET*

PONÈNCIA AMB MOTIU DE L'ACCEPTACIÓ DEL PREMI FUNDACIÓ CATALANA  
PER A LA RECERCA 1991

En primer lloc vull expressar públicament el meu agraïment a totes aquelles persones i institucions que sol·licitaren i avalaren la meva candidatura per a aquest Premi 1991 de la Fundació Catalana per a la Recerca, que inclou totes, absolutament totes aquelles persones i institucions per a les quals la recerca en el camp de la química orgànica és, dintre del nostre país, un dels principals objectius. El meu agraïment també a tots els membres del tribunal, responsables directes que ocupi ara jo aquesta tribuna.

El tribunal ha tingut veritablement molt coratge en atorgar-me aquest Premi. No ens enganyem. Actualment la química té mala premsa entre la gent. La química és la gran maleïda. Ella és la causa de la major part dels mals que assolten, arruïnen i devasten la nostra terra. El químic és el nou Atila: on ell trepitja no hi torna a créixer mai més l'herba.

Com aquells alquimistes a qui els reis demanaven convertir el plom en or, i els decapitaven després a la plaça pública quan fracassaven en els seus intents, també avui els governants i el poble demanen als nous alquimistes més i més materials per a consumir (i per a destruir), per a condemnar-los després a la plaça pública de la premsa, la ràdio i la TV.

La comunitat, esperonada pels verds i pels ecologistes, pensa com el químic francès Gerhardt (1816-1856) que «el químic només crema, destrueix i analitza» i que «només la força vital opera per síntesi: ella torna a construir l'edifici destruït per les forces de la química». Gerhardt estava tirant pedres al seu propi terrat, i es mereix certament l'homenatge de tots els ecologistes. Gerhardt, però, a la llum dels èxits assolits en síntesi orgànica a partir de 1828, va haver de retractar-se públicament l'any 1854.

Sembla com si el poble no s'hagués assabentat que des dels més triuials perfums fins als més providencials fàrmacs, passant pels colorants, detergents i lubricants, pels additius, plàstics i fibres artificials, són tots ells productes orgànics de síntesi.

Tant gran és la «quimiofòbia» de la nostra societat, i tant grans són els perjudicis que aquesta actitud està causant, que l'*American Chemical Society* i la *Royal Society of Chemistry* de Londres han patrocinat diversos programes i projectes per tal d'informar degudament el públic. Per exemple, el Premi Nobel de química Roald Hoffmann —que en un futur pròxim rebrà el grau de *doctor honoris causa* per la Universitat de Barcelona i a qui em referiré repetidament al llarg de la meua conferència—, el 1990 va presentar una sèrie de TV sobre *El món de la química* que ha arribat a milions de ciutadans d'Amèrica i de la Gran Bretanya.

## I

Com que la meua conferència tracta de «síntesi» i de «substàncies pures», examinarem en primer lloc el que aquests mots signifiquen, i també els canvis semàntics que puguin haver experimentat al llarg de la història.

Atès que moltes vegades el mot *síntesi* té fortes connotacions pejoratives, començarem per ell. Hom parla despectivament, per exemple, d'«això (un menjar, una beguda o una fibra tèxtil) és sintètic». Per contra, moltes vegades al mot *analític* se li dona una valoració superlativa, i així hom pot dir d'algú molt perspicaç —de Sherlock Holmes, per exemple— que té «una ment analítica».

Cinc segles abans de Crist, amb els jònics s'inaugura una nova manera de pensar: com tantes vegades s'ha repetit, el *logos* ve a subsituir el *mythos*. No es tracta ara tant d'explicar o de descriure, com de comprendre i de copsar el que d'essencial subsisteix rera els canvis observats; la qual cosa constitueix el naixement de la ciència, entesa aquesta, però, com un «descobrir» o «des-velar», és a dir, com un «aixecar el vel» dels misteris i arcans del món que ens envolta. Era, per tant, una concepció de la ciència essencialment analítica. De tota manera, encara que els grecs varen ocupar-se de la *physis* —és a dir, de la Natura—, no varen desenvolupar mai una ciència de la matèria que fos la precursora de la química moderna. Hi havia entre els grecs matemàtics, geòmetres, astrònoms, físics, botànics, zoòlegs i metges, però no químics pròpiament dits. És cert que Demòcrit va elaborar una «teoria atomística» de la matèria, però fou Aristòtil qui, sense ésser químic, va preocupar-se per primera vegada de conceptes que eren essencialment químics i que des d'aleshores afectarien el futur desenvolupament d'aquesta ciència. És en els escrits d'Aristòtil on apareixen per primera ve-

gada els mots *synthesi* i *mixis*. Però, compte! La traducció fàcil i immediata d'aquests mots per «síntesi» i «mescla», respectivament, ha portat tot sovint a fer que el pensament d'Aristòtil en aquestes qüestions resulti falsejat, si no completament incompreensible. En realitat, allò que Aristòtil entén per *synthesi* (*thesi*, del verb *posar*; *synthesi*, literalment 'com-posició') és una simple barreja mecànica en la qual els diferents components conserven la seva pròpia identitat, i les seves propietats són la simple suma de les propietats dels components. Així la *synthesi* és, estrictament parlant, el procés contrari a l'*anàlisi*, ja que els diferents elements d'una *syn-thesi* poden separar-se fàcilment mitjançant una anàlisi. Per contra, en el que Aristòtil anomena *mixis* té lloc una *henosis*, de manera que les propietats no són la simple suma de les propietats dels components, sinó que resulten unes propietats noves. Com que en la *mixis* els diferents components també poden separar-se mitjançant una anàlisi, Aristòtil ha d'admetre que aquests estan també presents en la *mixis*, però, segons la seva teoria, hi són només «en potència» (*dynamei*). En aquest sentit, la sal comuna –o clorur sòdic– seria una *mixis*, les propietats de la qual no tenen res a veure amb les dels seus components. Res hi ha en la sal comuna que recordi la toxicitat del clor o l'agressivitat del sodi i, malgrat tot, aquests dos elements hi són presents «en potència», ja que poden recuperar-se, per exemple, mitjançant un procés electrolític. Per contra, la pólvora seria una *synthesi* en sentit aristotèlic, els elements de la qual –el carbó vegetal, el clorat de potassi i el sofre– hi són presents com a tals substàncies i poden recuperar-se fàcilment mitjançant una senzilla anàlisi, com per exemple una extracció amb aigua, seguida d'una altra amb un dissolvent orgànic. Actualment sabem tots que la pólvora és una simple «mescla mecànica» dels seus components. Que la mescla sigui explosiva és ja una altra història.

En resum, per a dir-ho amb terminologia moderna, Aristòtil va aclarir la diferència entre *mescla* i *combinació*, i per primera vegada en la història del pensament humà sorgiren qüestions fonamentals que, des d'aleshores, han afectat i preocupat als químics. Precisament fou Antoine Baumé (1728-1804) qui, en el segle XVIII, emprà per primera vegada el mot *combinació* en lloc de *mixis*, com encara pot llegir-se en els escrits de Becher (1635-1682) i Stahl (1660-1734). D'altra banda, Robert Boyle (1627-1691) va establir el concepte de *estructura* i així va superar la idea de Demòcrit que les diferents formes de matèria són simples agregats de partícules o àtoms en continu moviment. L'*estructura* seria precisament la causa d'aquella *henosis* de la qual parlava Aristòtil en constituir-se una *mixis*. En la concepció de Demòcrit les coses no poden ser altra cosa que simples mescles o barreges mecàniques, i no és possible cap mena de «combinació» o *mixis* pròpiament dita. Un estudi històric crític i rigorós mostra que, contràriament a allò que s'accepta generalment, no fou la «teoria atomísti-

ca de Demòcrit», sinó el concepte aristotèlic dels *minima materiali*,<sup>1</sup> desenvolupat durant l'edat mitjana, el que conduí a l'actual *teoria atòmico-molecular* de la matèria. De no menys importància fou el nou concepte de *element* formulat per Boyle. La noció d'element, que la tradició aristotèlica havia anat fent cada vegada més i més fosca i esotèrica, és discutida per Boyle, per primera vegada, en el marc de l'estricta investigació empírica. D'entrada, Boyle es preguntà per què s'havien d'acceptar els «quatre elements» d'Empèdocles. Per què quatre, i no cinc, o vint o trenta? ¿Qui ho diu? Cap raó existeix *a priori* que exclouï l'existència d'un gran nombre d'elements. De fet, fins aleshores s'havien considerat els elements com a materials bàsics o *arrels* de totes les coses (*rhizomata*); és a dir, únicament en relació amb els *compostos*, però no en relació amb ells mateixos. Segons Boyle, els elements han de ser «perfectament homogenis i simples» i no compostos o combinacions d'altres materials o substàncies. Per tant, han de ser els experiments els que determinin quins materials són *elements* i quins *compostos químics*, és a dir, combinacions. Aquí té lloc un canvi semàntic en el concepte d'element: Boyle dóna una *definició analítica* dels elements. Observeu, però, que no és el mateix pensar en un *element químic* com un material que és simple en si mateix i que no pot ser analitzat químicament més enllà, que definir un element com un material el qual no pot ser analitzat més enllà mitjançant els mètodes experimentals existents en un moment donat. En el primer cas es tracta d'una definició metafísica, en el segon es tracta d'una veritable definició analítica i l'existència dels elements queda supeditada a la seva demostració experimental. En aquest sentit, encara que Boyle va veure clar quin era el camí a seguir, fou Lavoisier (1743-1794) el primer a començar-lo a seguir. Si amb Boyle s'inicia una veritable revolució copernicana, amb Lavoisier s'assoleix el seu clímax. Lavoisier va alliberar el concepte d'*element* de Boyle de totes les seves implicacions metafísiques i va dirigir tots els seus esforços als experiments analítics. Així, certs materials queden determinats químicament com a elements per tal com no hi ha manera coneguda d'analitzar-los més enllà.

1. *Minima materiali*, les mínimes partícules en què pot dividir-se una substància sense que aquesta deixi de ser el que és. Dins la *teoria atòmico-molecular* actual aquests *minima materiali* serien en uns casos els àtoms –heli, argó, etc.– i en altres les molècules –hidrogen, oxigen, etc., i també els compostos en general. Val la pena recordar aquí que la dita *teoria atòmico-molecular* té sentit en l'estat gasós, però no en els estats condensats, en els quals entren en joc altres forces cohesives. Mentre que tant el diamant com el grafit són materials inerts, l'àtom de carboni aïllat és una espècie molt reactiva, com ho són també els àtoms aïllats de la major part d'elements. D'altra banda, la quinina fon a 177 °C, però ¿tindria cap sentit parlar del punt de fusió d'una molècula de quinina aïllada?

Quant al mot *síntesi*, després dels escrits d'Artistòtil, no torna a trobar-se explícitament esmentat altra vegada en les publicacions químiques – ja en la seva accepció moderna– fins als escrits de Dalton (1766-1844). Concretament, l'any 1808 Dalton publica el seu llibre *A new system of chemical philosophy*, el capítol III del qual porta el títol de «On chemical synthesis». Hi ha, doncs, un interval de temps de més de vint segles durant el qual el mot *síntesi* no és utilitzat pels químics, potser perquè tots ells pensaven allò que «el químic només crema, destrueix i analitza» i que «només la força vital opera per síntesi», com creia Gerhardt.

De tota manera, després de Dalton, el mot *síntesi* no és encara d'ús comú en la bibliografia química. Berzelius (1779-1848), Dumas (1800-1884) i fins i tot Wöhler (1800-1882) es refereixen a la clàssica síntesi de la urea, que acabà amb la hipòtesi de la força vital,<sup>2</sup> com «una producció (o formació) artificial d'un compost orgànic». Únicament a partir de les publicacions de Kolbe (1818-1884), Frankland (1825-1899) i Berthelot (1827-1907) comença a utilitzar-se el mot *síntesi* d'una manera regular. Precisament, Joan Coromines, en el seu *Diccionari etimològic*, indica que la paraula *síntesi* s'introdueix també a la parla ordinària al voltant del 1850. Berthelot, en un article del 1875, dóna ja per establerta la síntesi com una activitat normal dels químics: «Així la síntesi estén les seves conquestes des dels elements fins al domini de les més complicades substàncies, sense que siguem capaços d'assignar cap límit als seus progressos».

Des del punt de vista filosòfic, encara que el mot *síntesi* té una llarga tradició, és Kant (1725-1804) qui aprofundeix més en el seu veritable significat modern. Significat que, precisament, és el que determina també el seu significat químic actual. Així, en filosofia es distingeix entre *síntesi* com a «mètode»–significant el pas d'allò que és simple al que és complex– i *síntesi* com a «operació» –significant aleshores 'compondre'.

D'altra banda, a la literatura filosòfica es parla també de *síntesi* com la unió o integració de subjecte i predicat. El resultat d'aquesta integració és una proposició que, en si mateixa, és més complexa que els elements components, però, d'altra banda, pot dir-se que en «sintetitzar» el subjecte i el predicat s'obté quelcom més «simple». En un sentit més general, per síntesi s'entén l'acte de reunir les diferents representacions les unes amb les altres, i de copsar el que és divers en elles en un sol acte de coneixement.

2. Era creença generalitzada entre els químics que la síntesi dels compostos orgànics –és a dir, dels compostos que formen part dels organismes vius, els quals són tots compostos de carboni– era impossible d'assolir en el laboratori, ja que feia falta una «força vital» que només els organismes vius podien aportar. La síntesi de la urea a partir d'un compost inorgànic com el cianat amònic, realitzada per Wöhler l'any 1828 va acabar amb aquesta hipòtesi i obrí les portes a la síntesi orgànica.

Però, el que ens interessa ressaltar aquí és el caràcter «creador» de la síntesi: en unir es produeix quelcom nou. Kant contraposa el *pensament sintètic* al *pensament analític*. Mentre el pensament analític és essencialment lògic i deductiu i mena a proposicions o definicions explicatives, el pensament sintètic és intuïtiu i inductiu, i comporta una veritable adquisició de coneixements. De fet, el mètode científic, si és que realment pot parlar-se d'un «mètode científic», és un «mètode lògico-hipotètic-estètic-empírico-deductivo-inductiu» i, per tant, inclou tant l'anàlisi com la síntesi. O, per a dir-ho explícitament, *en ciència l'anàlisi aporta unes dades, a partir de les quals, mitjançant una síntesi, s'elabora un nou coneixement*. A diferència de la concepció estrictament analítica que els grecs tenien de la ciència, la ciència moderna és essencialment sintètica. Com diu Laín Entralgo (*La ciencia del europeo*), per a l'home modern fer ciència «és viure el drama íntim de saber que tot *descobrimient* humà ha de portar necessàriament al seu voltant un reflex d'incerta, agosarada, problemàtica creació personal». I certament, el químic orgànic sintètic participa d'aquest drama personal en una mesura difícilment comparable a altres branques de la ciència. De fet, cada químic sintètic troba sempre la seva pròpia solució. Solució que, tot sovint, és única i completament original.

## II

Si la química és la ciència que tracta de la matèria, la primera tasca del químic és identificar i aïllar les entitats components que, en conjunt, constitueixen el món material. Aquestes entitats components no són els àtoms i les molècules tan familiars als químics, sinó les anomenades «substàncies pures», entenent per aitals aquelles substàncies que mostren propietats constants o invariables, com poden ser, per exemple, el punt de fusió, el punt d'ebullició, l'índex de refracció, la rotació òptica específica o una activitat farmacològica determinada, i que són químicament homogènies, enfront, per exemple, d'algunes tècniques cromatogràfiques. Des dels clàssics treballs de Lavoisier, un axioma acceptat per tota la comunitat química fou que únicament les «substàncies pures» poden donar informació adient per al posterior desenvolupament de la química. Per això, els anomenats «criteris de puresa» foren tan importants en tots els textos clàssics de química fins a mitjan segle present.

Per exemple, és ben conegut que l'escorça de l'arbre de la quina, o *Cinchona calisaya*, mostra una remarcable activitat antimalàrica, la qual cosa no és deguda a l'escorça en si mateixa, sinó a alguna substància pura que forma part integral d'ella. L'any 1820 els farmacèutics francesos Pelle-tier i Caventou aïllaren el principi actiu de l'escorça de la *Cinchona* en for-

ma d'una substància pura, cristal·lina, de punt de fusió 117 °C (desc.) i  $[\alpha]_D^{15} -169^\circ$ , a la qual assignaren la composició  $C_{20}H_{24}N_2O_2$  i anomenaren *quinina*. Una vegada la substància pura ha estat aïllada, la segona tasca del químic és descriure-la en termes d'àtoms i de molècula d'acord amb els principis generals de la «teoria atòmico-molecular», formulada per Dalton i Avogadro al principi del segle passat (1808 i 1811, respectivament), i de la «teoria estructural clàssica», les bases de la qual foren establertes, independentment, per Kekulé i Couper el 1858.

Així, a fi de descriure una substància pura adequadament és necessari determinar la seva estructura. En un principi, quan encara no es disposava de les modernes tècniques analítiques, l'elucidació d'estructura podia ser una tasca molt més complicada i laboriosa que la separació i identificació de la substància pura, i podia consumir la vida sencera de químics emicients.

L'estructura de la quinina, per exemple, no va ser establerta fins a l'any 1908, gairebé un segle després de la seva separació i identificació per Pelletier i Caventou.

Una vegada l'estructura d'una molècula ha estat determinada, la següent tasca del químic és sintetitzar la substància pura. Tot sovint, això pot ésser molt difícil, però malgrat totes les dificultats que puguin presentar-se, la síntesi d'un compost químic és sempre una experiència única i inoblidable que abraça tots els aspectes de la química.

És evident que en un principi un dels motius per a emprendre una síntesi era assegurar-se la disponibilitat de la substància pura en quantitats adequades i en condicions econòmicament avantatjoses. Aquest fou el cas, per exemple, dels colorants naturals indi i alitzarina, que eren molt escassos i cars, i el mateix passa avui amb les vitamines, hormones, protaglandines, etc., que són difícils de aïllar o bé existeixen a la natura en molt poca quantitat. Quan la natura, però, ofereix el producte en quantitats suficients es podria pensar que aleshores no hi ha cap raó per a emprendre una síntesi, i, malgrat això, fins i tot en aquest cas la síntesi és extraordinàriament important per al químic.

Tradicionalment s'ha considerat que la síntesi total d'un compost és la prova definitiva i rigorosa per a verificar una estructura proposada. Malgrat ser quelcom arbitrari, una estructura no s'accepta com a correcta fins que la síntesi de la molècula en qüestió ha estat assolida amb èxit. Actualment, aquesta arbitrarietat és més palesa que mai, ja que els mètodes físics analítics emprats per a determinar una estructura són els mateixos, que en la pràctica, s'utilitzen per a seguir el curs d'una seqüència sintètica i assegurar-se que les coses van realment segons el pla de síntesi prèviament elaborat. L'evidència que alguns d'aquests mètodes —especialment l'anàlisi cristal·logràfica per raigs X— poden proporcionar és gairebé absoluta.

De fet, la síntesi d'una molècula tanca el «cercle màgic» –més màgic que lògic– al voltant del qual es mou el químic sintètic, que inclou els tres estadis als quals ens hem referit: aïllament i identificació de la substància pura, elucidació de l'estructura i síntesi (diagrama I).

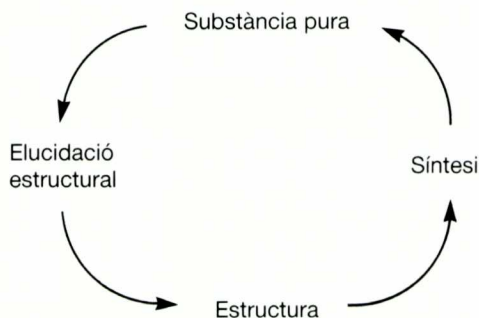


DIAGRAMA I

### III

Aquesta breu introducció ens porta directament al bell mig de la problemàtica que voldria analitzar al llarg del meu discurs; és a dir, els diferents significats i connotacions que els conceptes de *puresa* i *impuresa* poden tenir en el camp de la ciència, la política i la religió.

Començaré per una de les primeres experiències personals que vaig tenir en entrar a treballar al laboratori del Dr. Pascual. Necessitava, com a producte de partida per a les meves investigacions, àcid bromacètic, el qual es prepara molt fàcilment fent gotejar brom sobre àcid acètic en agitació. És una recció molt senzilla que tot sovint fan els estudiants de química com a pràctica de laboratori.

Com que l'àcid bromacètic que jo necessitava era per a fer-lo reaccionar –després de transformar-lo en el corresponent ester metílic– amb la trifenilfosfina, un reactiu molt valuós, que en aquells temps es venia gairebé en quantitats homeopàtiques a preus astronòmics, vaig pensar que el millor era treballar, des d'un bon principi, amb reactius pràcticament 100% purs i assegurar així rendiments al més alts possible.

Amb molta cura vaig preparar un àcid acètic glacial completament anhidre i lliure de reductors i de tota altra possible impuresa. Fins i tot vaig rentar el brom amb àcid sulfúric concentrat per eliminar-ne tota resta d'humitat. Però, sorpresa! En mesclar aquest dos reactius no s'observà cap reacció, i de res serviren tots els mitjans als quals vaig recórrer per tal que



s'iniciés la reacció: des de perllongar els temps de reacció (és a dir, augmentar la meua dosi de paciència) fins a escalfar a reflux i invocar, fins i tot, les forces màgiques i ocultes de la mare natura. Tot va resultar inútil: els meus reactius «super-purs» rebutjaren reaccionar i combinar-se entre si. Quan aquell dia el Dr. Pascual va passar la seva visita diària al seus col·laboradors vaig comentar-li el meu fracàs. «Serratosa», va contestar-me, «ha de saber que els nobles no s'ataquen». Encara que vaig aprendre la lliçó, he de confesar que no vaig arribar a copsar tota la transcendència del meu fracàs, com he pogut comprovar molts anys després.

Primo Levi, jueu,<sup>3</sup> escriptor i químic, i que fou víctima dels nazis, en el seu llibre autobiogràfic *El sistema periòdic*, publicat l'any 1981, recorda una experiència semblant a la meua. Com a estudiant a l'Institut de Química de Torí, en els anys anteriors a la Segona Guerra Mundial, en plena exaltació feixista, recorda que el primer dia de laboratori li tocà preparar sulfat de zinc. La pràctica era també molt senzilla: es tira el zinc sobre l'àcid sulfúric prèviament diluït, amb la qual cosa té lloc una reacció suau. Després es concentra, es cristal·litza, es renta, s'asseca bé i finalment es recristal·litza. El que és realment interessant, però, és l'observació que fa en el seu llibre sobre la puresa dels reactius.

«En els apunts de classe», escriu Primo Levi, «es donava un detall que en una primera lectura jo havia passat per alt, i és que el zinc, tan tendre i delicat, tan dòcil davant els àcids, de manera que es fonen en una sola cosa, es comporta, en canvi, d'una manera força diferent quan apareix en estat pur: aleshores es resisteix obstinadament a l'atac. Hom podria treure dues conseqüències filosòfiques contradictòries entre si: l'elogi de la puresa, que protegeix del mal com una cuirassa; i l'elogi de la impuresa que obra les portes a les transformacions, o sigui a la vida. Vaig rebutjar la primera, desagradablement moralista, i vaig dedicar-me a considerar la segona, més propera a la meua manera de ser. Perquè la roda doni voltes, perquè la vida sigui viscuada, fan falta impureses, i les impureses de les impureses, i com molt bé se sap, passa el mateix amb la terra si es vol que sigui fèrtil. Fan falta la dissensió, la diversitat, el gra de sal i de mostassa. El feixisme no vol aquestes coses, les prohibeix, i per això tu no ets feixista; vol que tothom sigui igual, i tu no ets igual...».

«Jo sóc la impuresa que fa reaccionar el zinc, sóc el gra de sal i de mostassa. La impuresa! (per què no?) Precisament, aquells dies s'iniciava la publicació de *La defensa de la raça*, i es parlava molt de puresa, i jo co-

3. Primo Levi pertanyia a la comunitat jueva del Piemont, la qual provenia de Catalunya i la Provença, com ho mostra l'existència d'algunes paraules i cognoms tan familiars per a nosaltres com Foix o Segre.

mençava a sentir-me orgullós de ser impur. Per a ser sincer, fins aleshores tant se me'n donava, ser jueu o no.»

Aparentment, Primo Levi no va superar mai el trauma d'haver estat deportat al camp de concentració nazi d'Auschwitz i acabà suicidant-se ara fa dos o tres anys.

Aquesta lectura d'*El sistema periòdic* de Primo Levi enllaça amb dues lectures més recents: d'una banda, un llibre de l'últim Premi Nobel de literatura, Octavio Paz, titulat *Sor Juana Inés de la Cruz o las trampas de la fe* i, de l'altra, un «sermó» que el Premi Nobel de química Roald Hoffmann va pronunciar el dia 27 de gener d'enguany a la Sage Chapel, de la Cornell University, titulat precisament «Pure/Impure».

#### IV

Sor Juana Inés de la Cruz era nascuda a Mèxic, de família espanyola; és a dir, era «criolla», i encara que no podia dubtar-se de la puresa del seu llinatge, socialment hi havia una clara distinció entre espanyols i criolls. La seva impuresa, però, provenia de la seva curiositat intel·lectual i del seu feminisme bel·ligerant. Com Primo Levi, sor Juana també va ser condemnada pels «purs» de l'època. A instàncies del jesuïta Antonio Núñez de Miranda va haver d'abjurar i renunciar a qualsevulla activitat literària posterior. També aquí, doncs, el drama acabà en suïcidi, però es tractà aquesta vegada d'un suïcidi intel·lectual. La qüestió és, però, què costa més, renunciar a la pròpia vida o renunciar a la llibertat?

Octavio Paz, en parlar del context històric i social en el qual visqué aquesta poetessa del segle XVII, escriu (tradueixo al català): «A Espanya, encara que hi va haver una societat cortesana, les paraules clau foren unes altres i totes impregnades de connotacions militars i religioses. Les jerarquies socials podien traduir-se a valors religiosos; *honra* era sinònim de puresa de llinatge, i puresa de llinatge posseïa una connotació religiosa. Les idees de puresa i impuresa són essencialment religioses, com es veu en l'exemple de les castes de l'Índia.» Però no parlaré ara de la turmentada Índia, sinó dels conceptes de puresa i impuresa en un altre poble que ens és més proper, i ho faré seguint al Premi Nobel Roald Hoffmann, també jueu i químic, com Primo Levi.

#### V

A la Bíblia, a l'Antic Testament, i molt concretament en el Levític, capítol 11, es tracta de les «Lleis sobre la puresa per al culte» i la «Llei sobre

els animals purs i impurs»; i en el capítol 15, sobre les «Impureses sexuals del l'home» i les «Impureses sexuals de la dona». En el capítol 19 es reglamenta sobre les «mescles»:

«Jahvè va dir a Moisès:  
 “Parla a tota la comunitat dels israelites i digue'ls:  
 Sigueu sants, perquè jo, Jahvè, el vostre Déu, sóc sant. [...] Observareu els meus estatuts.  
 No aparellaràs dues bèsties d'espècie diferent,  
 no sembraràs el teu camp amb dues espècies diferents  
 ni et posaràs un vestit de dues menes de teixit.»<sup>4</sup>

En el versicles 33 i 34 d'aquest capítol hi ha un manament que sembla contrari als anteriors, però en ell està precisament la grandesa del poble de Déu (que tant de bo fos encara vigent!):

«Quan un foraster residirà amb tu al vostre país, no l'explotareu. El foraster que resideix entre vosaltres us serà com un dels vostres nadius, i l'estimaràs com a tu mateix, ja que també vau ser forasters al país d'Egipte. Jo sóc Jahvè, el vostre Déu.»

El més interessant, però, és comprovar que fins i tot a la Bíblia la idea de puresa i impuresa sorgeix per analogia amb els coneixements químics que els israelites posseïen.<sup>5</sup> Així, en el llibre de Jeremies capítol 6, versicles 27-30, es pot llegir:

«Jo t'he fet assajador [refinador] del meu poble.  
 Tu has d'observar i assajar  
 els seus comportaments.  
 Tots ells són només coure i ferro.  
 Tots ells són obstinadament provocadors.  
 Tots ells són uns pervertits.

»La manxa bufa;  
 El plom és consumit pel foc.  
 En va el refinador refina que refinaràs,

4. Llana i lli, en la tradició jueva, en la qual cosa alguns pretenen veure l'ancestral enfrontament entre ramaders i agricultors.

5. Repetides vegades he manifestat que, de fet, la història de la humanitat és determinada pels coneixements químics que l'home posseïa en cada època: cap altre sentit no pot tenir la clàssica subdivisió de la prehistòria en les edats de pedra, coure, bronze i ferro, successivament. «La història com una funció dels potencials d'oxidació-reducció dels elements químics» va ser precisament el títol d'una conferència pronunciada fa ara alguns anys.

ja que l'escòria no es purifica mai.  
 "Plata de rebuig" és com els diuen,  
 perquè Jahvè els ha rebutjat.»

Encara que en les anteriors cites bíbliques he utilitzat sempre la Bíblia de Montserrat, he de confesar que per a aquest fragment del llibre de Jeremies ha calgut recórrer a una traducció lliure. Després de consultar la traducció oficial castellana de la Vulgata del 1884 i una versió anglesa, vaig arribar a la conclusió que aquesta vegada els *monjos* de Montserrat no havien estat gaire encertats: la seva traducció és un trencaclosques, un veritable galimaties. Sembla com si la manca de coneixements químics no els hagués deixat copsar tot el significat d'aquest fragment.

De fet, Jeremies era un expert metal·lúrgic, i el que descriu no és res més que l'antic procés de *copel·lació* utilitzat per a refinar la plata, el qual es realitza en una *copel·la* o gresol de parets poroses fet de cendres d'ossos. La plata es fon amb el plom en un *for de manxes* que forneix la calor i l'aire necessaris per a l'oxidació del plom a litargiri (òxid de plom). El litargiri fos capta les impureses, que en part les deixa fluir i en part són absorbides per les parets poroses del gresol.

Així, Jeremies, amb una metàfora química, ens fa palesa la gran perversitat del poble d'Israel. Tan gran és la seva «impuresa» que no poden ser purificats, i són rebutjats per Jahvè, de la mateixa manera que es rebutja l'escòria. Per això diu Jeremies que són «plata de rebuig».

## VI

Tot el que hem comentat fins ara sembla portar-nos a una «apologia de la puresa». La «puresa» és exaltada en la ciència, la política i la religió. Però la cosa no és tan senzilla com sembla. Primo Levi ho va veure molt clar.

Recordem, per exemple, que el bronze és superior al coure i que l'acer és superior al ferro; i si el bronze és un aliatge de coure i estany, l'acer no és res més que ferro «impurificat» per un 1,5% de carboni. D'altra banda, el món material està format per mescles, agregats i combinacions més complexes de substàncies pures. En el món real les mescles i les impureses són completament naturals, la quel cosa no és més que una simple conseqüència del *segon principi de la termodinàmica*, o sia de la tendència natural a augmentar el desordre i a maximitzar les mescles: és a dir, a augmentar l'entropia.

Com diu Roald Hoffmann, no es tracta de buscar activament l'estat més desordenat o més «mesclat» de l'Univers, sinó d'acceptar el principi

democràtic que tots els estats possibles són igualment probables. Però, d'altra banda, tots els organismes vius, i l'home molt especialment, són, dintre la seva enorme complexitat, petits universos molt ordenats i, per tant, són essencialment «antientròpics». Això porta, tot sovint, a fer que el pensament humà tendeixi a desitjar i a afavorir sistemes o societats oposades a les «mescles», al desordre.

Com molt bé suggereix el títol d'un llibre de J. D. Barrow i F. J. Tipler, *The anthropic cosmological principle*, en l'entropia, en el desordre hi ha la tendència, per part de l'home, a contraposar l'*anthropia* (del grec *antropos*, 'home'). ¿Hem de concloure, doncs, que la ciència està, després de tot, del costat de les impureses, les mescles i el desordre, mentre que la política i la religió estarien del costat de la puresa de raça, de cos i d'ànima?

La realitat és que les coses tampoc són tan senzilles com això. Recordem, per exemple, que fins i tot en la química la puresa és el que fa valuosos alguns materials com el diamant o el silici que s'empra en la fabricació dels transistors i dels xips. Existeix sempre una dialèctica que ens fa fluctuar de l'entropia a l'*anthropia*. D'acord amb Roald Hoffmann, podem concloure que no existeix una contradicció o inconsistència a l'hora d'acceptar una filosofia que abasti els dos extrems. Solament el canvi és etern, com varen ja proclamar els primers filòsofs grecs. El que està segretat i aïllat, el que està completament lliure de qualsevol impuresa, és completament inert i impotent. Només allò que està en tensió entre el que és pur i el que és impur està realment viu.

## VII

Si apliquem els conceptes de pur i impur a la política i a la religió, entren en joc aleshores una sèrie de factors subjectius difícils de valorar adequadament. De fet, però, hom estarà també d'acord amb Roald Hoffmann que no té per què condemnar-se aquells pobles o aquelles cultures que, per mantenir la seva identitat i la seva estabilitat, procuren apartar tots aquells elements que creuen o jutgen impurs, no connaturals d'ells. Aquesta actitud és tant més justificable si aquest poble creu estar en connexió directa, «inalàmbrica», amb un Déu Totpoderós... sempre que no s'oblidi del capítol 33 del Levític i del cinquè manament! El que és realment esfereïdor, i ha de fer-nos reflexionar, és l'ús abusiu que del concepte de puresa fan la gran majoria de moviments totalitaris nacionalistes, des del feixisme fins a tota classe d'*apartheids*. La seva cantilena és sempre la mateixa: «Hi hagué un temps en què el nostre poble era pur de cos i d'esperit, formós i fort. Aleshores va ser corromput per forces alienes i per déus estrangers. Només si el nostre poble retorna a l'estat natural de puresa; només si expel

tots els elements estrangers; només si rebutja les impureses de la carn i de l'esperit dels forasters; només aleshores tornarà a ser bo i fort.» En aquest context, els nazis assoliren una rara perfecció: eliminaren tota «impuresa» en el gresol de les cambres de gas. La manxa bufa, i no en va el refinador refina que refinaràs. Dos milions d'éssers humans foren eliminats com «plata de rebuig».

Malauradament, per a molts dels *apartheids* ni tan sols aquest «conte de fades» pot justificar-los. No, no hi ha justificació quan els «purs» són els invasors estrangers i els «impurs» les víctimes d'un colonialisme prepotent.

Pur i impur, dues paraules, dues idees. Sempre ambigües, sempre extremament perilloses.

#### BIBLIOGRAFIA

- BARROW, J. D.; TIPLER, F. J. *The anthropic cosmological principle*. Oxford: Clarendon Press, [s.d.].
- HOFFMANN, Roald. *Pure/Impure*, [sermó a la Sage Chapel]. Cornell: University, 27 juny 1991.
- LEVI, Primo. *El sistema periódico*. Madrid: Alianza Tres-Alianza Editorial, 1988.
- PAZ, Octavio. *Sor Juana Inés de la Cruz o las trampas de la fe*. Barcelona: Seix Barral-Biblioteca Breve, 3a. ed. 1989.
- SERRATOSA, Fèlix. «Evolución histórica de los conceptos químicos». A: *Historia de la química*. Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1981.
- SERRATOSA, Fèlix. *Organic chemistry in action: The design of organic synthesis*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.
- STRÖKER, Elisabeth. «Element and Compound. On the Scientific History of Two Fundamental Chemical Concepts». *Angew. Chem. Internat. Ed.* (1968), núm. 7, p. 718.