

DISCURS D'INVESTIDURA:
QUÍMICA, DEMOCRÀCIA I LA DISPUTA
DE BARCELONA

per

ROALD HOFFMANN

Col·legues i amics, permeteu-me explicar-vos uns fets que tal vegada us resultin familiars.

Al llarg de cinc dies del mes de juliol de 1263, a tres diferents indrets de Barcelona tingué lloc un esdeveniment extraordinari. Els escenaris foren un claustre, el Palau Reial i la sinagoga principal. L'esdeveniment, una disputa entre el rabí Moisès ben Nachman, de Girona, i fra Pau Cristià, de l'orde dels dominicans. Aquests foren convocats a debatre les diferències doctrinals fonamentals entre judaisme i cristianisme en presència del rei Jaume I d'Aragó, la seva cort, la clerecia (incloent-hi els superiors dels dominicans i dels franciscans) i els habitants de la vostra ciutat, jueus i cristians.

Disposem d'una versió hebrea d'aquest debat deguda al rabí Moisès, la seva traducció al llatí i diverses versions catòliques. Em basaré en la primera d'aquestes d'aquí endavant.

En el rerafons d'aquesta disputa hi ha la persecució intermitent dels jueus a l'Espanya medieval, entremesclada amb la meravellosa supervivència i l'expansió del poble jueu tant a la part cristiana com a la musulmana de la península Ibèrica. Podríem pensar que aquesta història acabà l'any del que ara celebrem el cinquè centenari, no sense dubitacions a Amèrica; aquell any transcendental durant el qual va caure l'últim regne musulmà a Ibèria, Colom navegà cap a les Índies i descobrí Amèrica, i els jueus foren expulsats d'Espanya. Però tots sabem que no va acabar el 1492, la injecció de talent i varietat donada per conversos i marrans a Espanya i Catalunya deixà una empremta permanent a la vostra gent.

Tornem, però, a Barcelona ara fa 729 anys. Pau Cristià (també conegut per Pablo Christiani), el frare dominic, i el seu superior fra Raimon de Penyafort estaven entestats a convertir els jueus. El mateix Cristià era un

converters del judaisme, i havia estudiat la Bíblia i el Talmud abans de la seva conversió. El seu oponent, Moisès ben Nachman (també anomenat Nachmànides, Bonastruc de Porta o per l'acrònim Ramban) va ser un dels savis i filòsofs jueus més qualificats de tots els temps. Català nascut a Girona el 1194, tenia prop de setanta anys a l'època del debat. Ramban va escriure sobre filosofia, lleis, homilies, càbala, poesia i també, en aquest debat, polèmiques. Representa una oposició gentil, si bé intel·lectualment comparable al singular pol format pel més gran filòsof jueu espanyol, Maimònides. Davant la raó, el pensament i la filosofia de Maimònides, Nachmànides ofereix fe, sentiment i mística. Però quan dic això, m'arrisco a la sobresimplificació, ja que tots dos participen d'aquestes antinòmies. Potser una altra manera de veure'ls consisteixi a contrastar llurs orígens: Al-Andalus i Catalunya. Nachmànides ha estat considerat «la primera gran figura jueva espanyola que pertany íntegrament a l'entorn cultural de l'Europa cristiana».

Tornem a la Barcelona del 1263. Així parlà Nachmànides:

«Nostre senyor el Rei m'ha encomanat discutir amb fra Pul» –així és com Nachmànides anomena Pau Cristià–, *«en la seva presència, al seu palau de Barcelona. Li he respost dient: “Ho faré segons és desig del meu senyor el Rei si em permeteu parlar lliurement, i amb aquest fi demano el permís del Rei i la vènia de fra Raimon de Penyafort i dels seus col·legues aquí presents”.*

»Fra Raimon respongué: «L'autorització us és concedida amb la condició que no digueu res ofensiu sobre la nostra religió.

»Els hi vaig dir: “No desitjo discutir amb vós sobre això. Al llarg de la disputa, però, hauré de ser lliure de parlar; vós ho sou de fer-ho sobre tot allò que vulgueu. Tinc suficient seny com per no ultrapassar els límits del bon gust, però he de tenir llibertat de paraula”. Tots em van concedir autorització per parlar lliurement.»

No us descriuré la resta del debat, però en aquest extracte podeu percebre l'intel·lecte i la vida d'aquest home. No importa ara qui va guanyar el debat (per descomptat, els dominics pretenien que fou fra Cristià, mentre que Nachmànides publicà la seva versió, la que us he comentat, per reafirmar la seva posició). Hom pot sentir en aquest debat la veu de la fe barrejada amb la de la raó. Hi ha drama, quan ja el debat semblava acabat, –el rei i els predicadors el van revifar vuit dies més tard amb una discussió metafísica sobre la Trinitat. I això té lloc a la sinagoga de Barcelona! Hi ha humor també, quan Nachmànides descriu a fra Pul tot cridant: «És el seu hàbit» –el de Nachmànides– «pronunciar constantment discursos recargolats!»

Podeu llegir la crònica de Nachmànides en una traducció recent al català d'Eduard Feliu, amb una introducció de Jaume Riera i Sans, *Disputa*

de Barcelona.¹ El que us puc dir és que, en llegir aquest notable document, vaig tenir la sensació de ser testimoni d'una espurna de llibertat, seny i bonhomia en un món sovint mancat d'ells. L'última vegada que vaig sentir aquesta sensació va ser en llegir un altre gran testimoni hispànic de la dignitat humana: la *Respuesta a sor Philothea*, de sor Juana Inés de la Cruz, la monja mexicana, escrit el 1691.²

Ara bé, què té a veure tot això amb mi? El món és complicat. L'americà patriota que teniu al davant va néixer, no com a Roald Hoffmann sinó com a Roald Safran, en una petita vila del sud-est de Polònia, anomenada Zloczow. Malgrat que varen donar-me el nom d'un gran explorador polar norueg, jo sóc jueu. He sobreviscut a un altre terrible esdeveniment de la història jueva posterior a la expulsió d'Espanya: l'Holocaust o *Shoah*, com se l'anomena en hebreu. Aquesta supervivència no em fa millor.

El nom Safran és interessant, ja que és un dels pocs noms comuns a les dues branques de l'exili jueu, els asquenasites i els sefardites. Hi havia Safrans a Egipte i a Polònia; sospito que podia haver-ne també a Espanya. La província de Polònia on vaig néixer formava part d'Àustria-Hongria abans de la Primera Guerra Mundial. Es deia Galícia. Recordeu que la dinastia dels Habsburg era d'origen espanyol. Tal vegada van veure una altra Galícia a la meua terra.

El principal lligam entre Barcelona i jo no és el que jo pugui ser un «criptogallec». Es troba més aviat en aquesta narració de la disputa, que arrenca d'una història de llàgrimes, però que jo he volgut llegir com un episodi de civisme i llibertat en una època desesperadament cruel. M'identifico amb el rabí Moisès ben Nachman (i en certa manera també amb el seu oponent), tot i que no comparteixo les seves conviccions religioses. Ell representa la meua cultura, que es va creuar amb la vostra. No em penedeixo d'aquesta intersecció.

També m'identifico amb el rabí català, en el seu paper de polemista, no ja com a jueu, sinó també com a químic. Perquè, què és un científic sinó algú que pregunta, discuteix, refuta, provoca i defensa posicions impopulars –o populars–? La disputa de Barcelona fou un dels molts debats escenificats a l'Espanya medieval, però va ser única. Va ser relativament obert, i al defensor, Nachmànides, se li va garantir, com hem vist, una certa llibertat intel·lectual i d'expressió. El debat es basava en una dosi de respecte mutu. Compareu-la amb la disputa del 1414, el més important i llarg de

1. Mossé Ben Nahman, *Disputa de Barcelona de 1263 entre mestre Moisès de Girona i fra Pau Critià*, Eduard Feliu, traductor; Barcelona, Columna, 1985.

2. Octavio Paz, *Sor Juana Inés de la Cruz, o las trampas de la fe*, Barcelona, Seix Barral, 1982.

tots els debats (de fet, va durar més d'un any), que tingué lloc a Tortosa.³ Aquesta no pretenia ser una discussió entre iguals, sinó demostrar que una de les parts estava en l'error. Fou un debat pesat i opressiu en comparació amb el de Barcelona.

Sembla, per tant, que sempre hi ha hagut a Barcelona un ambient que suscita preguntes i permet el debat equitatiu. Són aquestes qualitats les que descriuen el que he trobat a la vostra Universitat. I són també les qualitats que jo persegueixo com a químic.

La història de la química és plena de disputes i debats. Recordeu les lluites entre els teoritzadors del *flogist* i Lavoisier. Avui els químics es troben també al bell mig del debat, no un debat sobre principis científics, sinó respecte a si la química i la indústria química posen en perill la vida més del que ajuden a millorar-la. Voldria parlar-vos sobre el medi ambient deteriorat, sobre els rius i boscos amenaçats. I necessito també parlar-vos de la responsabilitat social dels científics.

QUÍMICA I INDÚSTRIA

La química és l'estudi de les substàncies i llurs transformacions. Molts afluents pràctics hi han convergit: metal·lúrgia, cosmètica, fermentació i destil·lació, tinció, fórmules magistrals d'apotecari, preparació d'aliments i la meravellosa mescla de protoquímica i filosofia anomenada alquímia. Afegint-se al desenvolupament de la física i l'astronomia, participant del poder de la quantificació, la química començà a convertir-se en ciència fa escassament uns dos-cents anys, al temps del primer ressorgiment modern de la democràcia, a l'època de les revolucions francesa i nord-americana.

Acostumem a culpar la indústria química moderna i a l'elaboració del sintètic, allò fet per l'home, dels perills del nostre medi ambient. Però sempre ha existit una indústria química. Penso, per exemple, en la meravellosa manufactura d'èlite del pigment anomenat *porpra de tir*. Aquest fou un pigment valuós a l'antiguitat, considerat sagrat a l'Antic Testament i emprat per tenyir les sanefes dels ornaments rituals dels isrealites. Ara sabem que l'ingredient actiu és l'indi i un dibrom derivat seu. El colorant s'obté d'algunes espècies de cargols de la Mediterrània. Un òrgan d'aquests mol·luscs conté un fluid clar que, un cop exposat a l'aire i a la llum, experimenta una sèrie de transformacions químiques irreversibles, de clar a groguenc, a taronja, vermell i, finalment, blau.

3. J. Riera i Sans, *La crònica en hebreu de la disputa de Tortosa*, Barcelona, Fundació Salvador Vives Casajuana, 1974. Hyam Maccoby *Judaism on Trial: Jewish-Christian Disputations in the Middle Ages*, Rutherford, Farleigh Dickinson University Press, 1982.

Els mol·luscs havien de ser correctament identificats, les seves conquilles trencades curosament, el precios fluid del mantell recollit i deixat reaccionar, el colorant separat i concentrat, i la llana o la seda preparades per a la tinció. Potser era necessària una seqüència reducció-oxidació per tal de fer soluble el colorant i fixar-lo després a la fibra. Tenim evidència arqueològica d'aquesta senzilla activitat química al llarg de la costa oriental de la Mediterrània: segons sembla, els químics fenicis tenien problemes d'eliminació de residus, ja que s'han trobat grans abocadors de petxines.⁴ El pigment tenia un gran valor econòmic; el 301 dC una lliura de llana tenyida amb la porpra de Tir costava 50.000 denaris, tant com el sou de tres anys d'un flequer.

Què ha passat entre aquella època i la producció en massa d'indi sintètic pels volts de 1900 de les firmes alemanyes Bayer, Degussa i Hoechst? Molt. L'escala de transformació de les substàncies naturals va fer un gran salt. La protoquímica de la porpra de Tir transformava un producte natural en un producte d'utilitat i desig, i per tant de valor comercial. La indústria alemanya de colorants també utilitzava primeres matèries naturals: primer quitrà, després petroli, etanol, potassa i àcid acètic. Però les transformacions industrials del segle XIX comprenien moltes etapes. Un procés químic es convertia en el que coneixem avui: una seqüència de centenars d'operacions físiques, dutes a terme en receptacles lluints de vidre o d'acer. El producte transformat està a moltes etapes de distància del natural.

Coneixeu la continuació: el creixement de la indústria química alemanya de colorants, la seva diversificació cap a la quimioteràpia, els adobs i els explosius. No hi ha res d'específicament alemany en tot això; el coneixement, tot coneixement químic, és universal. Una part cada vegada més gran del producte nacional brut de tots els països industrialitzats va esdevenir de naturalesa química. Directament o indirectament, la riquesa de les nacions depèn de la capacitat de transformar el natural, és a dir, de la química. Els vint principals èxits del món de la química es produeixen en centenars de milers de milions de quilograms per any. Us puc assegurar que no es fan en aquestes quantitats per gust. Algú els compra, algú en fa. I no per luxe sinó com a pa, tant en sentit literal com figurat. I... la producció d'aquestes enormes quantitats de productes químics ocasionalment origina problemes. Fins i tot, desastres –n'és testimoni Bhopal o el perillós estat de la mar Negra.

4. Ehud Spanier, editor, *The Royal Purple and the Biblical Blue*, Keter Publishing House, Jerusalem, 1987. Aquest colorant també era emprat pels indis *mixteco*, *nahua* i *huave* al sud de Mèxic des del segle XV al menys. En aquest cas, però, s'obtenia per un procés no destructiu, en el qual els moluscs eren retornats al seu medi un cop munyits. Vegeu *El caracol púrpura. Una tradició milenaria en Oaxaca*, editat per M. Turok, Mèxic, D. F., Direcció General de Culturas Populares, 1988.

DEMOCRÀCIA

Però encara quelcom més ha succeït entre aquells temps de la proto-química de la porpra de Tir i els nostres dies, quelcom al món que ens envolta. Una vella idea, la democràcia, ha crescut als cors de la gent. Ha arrelat la convicció que els homes (i Déu sap que ha costat 2.400 anys arribar a veure que les dones també tenien aquesta prerrogativa) tenien el dret de governar-se ells mateixos. La idea era que el contracte social implicava una igualtat de principi, de manera que la legitimitat dels actes d'homes i dones que viuen plegats, delegada d'alguna manera si fos necessari, sortia en definitiva d'ells mateixos i no d'un senyor, un rei, un tsar, un secretari del Partit o un aiatol·lah.

Val la pena reflexionar sobre la democràcia en aquests temps, 2.500 anys després de la reforma de Clístenes d'Atenes, 17 anys després del retorn de la democràcia al vostre formós país, l'any del seu retorn a Rússia. El fet que aquesta idea hagués de tornar, i no només una vegada, reflecteix l'antiga lluita entre les diferents formes de govern, entre democràcia, oligarquia i tirania. Aquesta batalla continua, plena de sentit, al nostre temps. Vull veure aquesta invenció social, la democràcia, com una obra d'homes i dones, tal com ho són les 10⁹ tones d'àcid sulfúric produïdes cada any, en el context de la seva interacció amb la ciència i la tecnologia.

El contingut bàsic de la democràcia clàssica atenenca és clar, encara que el seu radicalisme hagi variat. La *polis* garantia a tots els ciutadans el dret de ser escoltats en la presa de decisions. És cert que dones, esclaus i la interessant categoria de residents aliens, els *matecs* n'eren exclosos. Però no podem jutjar el passat amb els criteris actuals. La ciutat-estat també demanava un servei a canvi, en un grau sense parangó en la història posterior. La major part d'aquest servei corresponia a l'esfera política. La democràcia d'Atenes era participativa fins a l'extrem. Imagineu que en una ciutat de 17.000 habitants un jurat vota la culpabilitat de Sòcrates per 280 a 220 vots! I no era l'únic jurat (*dikasterion*) que actuava aquell dia. Uns altres nou podien haver estat actuant simultàniament.

Hi ha aquesta indeleble taca sobre la democràcia: el judici a Sòcrates. Encara que el veredict final fou en part provocat per la intransigència gairebé arrogant del filòsof, el mateix processament crema la nostra consciència. Vet ací un cercador de la saviesa, un qüestionador –si no un científic–, un profeta, silenciats pel *poble*. No per un tirà, sinó per 280 dels seus propis conciutadans. No és estrany, doncs, que els seus seguidors, Plató i Aristòtil, es mostressin crítics envers la democràcia i afavorissim un govern de reis-filòsofs, d'experts. Tot sovint els científics en llurs somnis s'hi adhereixen. Però no és més que això, un somni.

La confiança en el poble, una separació de les esferes pública i privada, un contracte social entre l'individu i l'Estat, aquestes són contribucions perdurables de la democràcia grega. El fet que aquesta no sobrevisqués en la seva forma clàssica atenenca és només un testimoni de l'eterna lluita per la justícia i els drets humans bàsics. Us recordo que la lluita continua, avui, a Sud-àfrica, a l'Iraq, en aquells notables esdeveniments que hem vist amb els nostres propis ulls a l'Europa de l'Est. I ni nosaltres ni el poble xinès oblidarem mai els primers dies de juny de 1989 a la plaça Tiananmen.

L'IMPORTANT LIGAM ENTRE QUÍMICA I DEMOCRÀCIA

Però, què tenen a veure la democràcia i la química? Bé, tota la llibertat del món és de poc ajut per a l'home afamegat o per al país subdesenvolupat. L'autèntic èxit del sintètic, que això és el que fan els químics, és degut, bé a una combinació de baix cost, major durabilitat i versatilitat, o bé a capacitats noves respecte als materials naturals. Aquest és el segle dels polímers, en què grans molècules sintètiques han anat reemplaçant un producte natural rera l'altre: niló en lloc de cotó en les xarxes de pesca, fibra de vidre en comptes de fusta en els bucs de les barques. La substitució o el nou ús (el polietilè com a embolcall d'aliments, per exemple) són processos democratitzadors, ja que una més gran varietat de materials es fa accessible a preus més baixos per a un grup més gran de persones. El subministrament d'aigua potable i l'eliminació de deixalles, un més ampli espectre dels colors, millors habitatges, la reducció de la mortalitat infantil, són ara a l'abast de molts més dels que podien fruir d'aquests luxe i béns essencials fa cent anys. Tot i que ens queda encara un llarg camí per recórrer, és d'això del que els químics i enginyers poden sentir-se orgullosos d'haver aconseguit.

ALLÒ FET PER L'HOME I LA DONA: UN LIGAM ENTRE ART I CIÈNCIA

Voldria estar segur que els nostres amics dels camps de les humanitats i les arts són conscients que la construcció d'allò artificial, sintètic, fet per l'home —o per la dona—, innatural, no és una activitat restringida als científics. Què hi ha de natural en un poema de Salomó ibn Gabirol, un dels grans poetes hispano-jueus del segle XI? Quan ell crea aquestes línies,⁵ adients per a aquesta època de l'any,

5. Traducció de Ma. Esperança Barjau. Hi ha una edició bilingüe en hebreu i castellà: Selomó Ibn Gabirol, *Poesia secular*, Madrid, Alfaguara, 1978, p. 379.

L'hivern esbossà al jardí
 amb la tinta de les seves pluges i ruixats,
 amb la ploma dels seus raigs rutilants
 i amb la mà dels seus núvols,
 un gravat celeste i porpra.
 Ningú no ho hagués dissenyat com ells.
 Així, quan es deleix la terra pel rostre del núvol
 broda tal com fan les estrelles la tela dels parterres.

LA RESPONSABILITAT SOCIAL DEL CIENTÍFIC

Jo veig els científics com a actors d'una tragèdia clàssica. Estan (estem) condemnats per la seva naturalesa a crear. No hi ha manera d'evitar investigar el que hi ha dins o al voltant nostre. No hi ha manera de tancar els ulls al descobriment. Si no trobes aquesta molècula, un altre ho farà. Alhora, crec que els científics tenen absoluta responsabilitat de pensar en els possibles usos de la seva creació, àdhuc en els abusos per part d'altri. I han de fer tot el possible per exposar aquests riscos i abusos davant del públic. Si no ho faig jo, qui ho farà? Arriscant-se a perdre el seu mitjà de vida, arriscant-se a la humiliació, els científics han de conuiu amb les conseqüències de les seves accions. És això el que els fa actors d'una tragèdia i no pas herois còmics damunt d'un pedestal. És aquesta responsabilitat envers la humanitat el que els fa humans.

Al segle XX la ciència i la tecnologia han transformat el món. Certament l'impacte de la ciència s'havia sentit ja abans. Però no és fins en aquest segle que allò fet per l'home i la dona, el sintètic, l'innatural, ha competit veritablement amb la natura. Són aquests temps de lloances o temps de temença?

El món al qual arribaven els homes i les dones abans que no existís alguna cosa semblant a la química no era un paradís romàntic, ans un entorn brutal, hostil, en el qual a penes els homes sobrevivien més enllà dels quaranta anys, i les dones morien abans, de part. Aquell món natural ha estat transformat per les nostres institucions socials, el nostre art, la nostra ciència. Certament, no tan sols per la ciència. No matem els nadons femelles, ni tenim esclaus, ni deixem morir als malalts, pràctiques totes aquestes que algunes societats trobaven naturals en altres temps. Encara que ens quedi un llarg camí per recórrer, hem canviat la nostra natura. Les nostres vides han millorat gràcies a detergents i fibres sintètiques, i a una elaborada teranyina social de suport humà. Les nostres vides s'han enriquit amb Mozart i els Beatles, que ens han proporcionat un món de bellesa i satisfacció sintètiques, transformades.

I malgrat tot, també emprem la nostra capacitat transformadora d'una manera destructiva per aniquilar la quarta part de les espècies d'aquest món, per fer mal als nostres germans i germanes. Sóm nosaltres qui ho fem: no hi ha amagatall darrera un «ells». Aquest és el nostre costat fosc. Tenim porblems per trobar un equilibri, per no deixar que la nostra naturalesa transformadora se'ns escapi de les mans: sembla que tenim dificultats per *cooperar* amb el nostre propi món.

En la tradició a la qual pertanyo, la tradició jueva, hi ha un concepte que és rellevant en aquest tema del natural/innatural. És *tikkun*. La paraula significa literalment 'reparació' –d'una sabata, però també d'una ànima, del món. El sentit és el de canvi mitjançant la intervenció humana. Així que el significat de la paraula esdevé 'transformació': *tikkun olam*, la transformació del món pels éssers humans, més que una salvació, és una construcció del nostre futur coherent amb allò que ens és donat.

Amics, no ens és donat de *no* fer coses noves –ja siguin molècules, una escultura o la democràcia a Rússia. Estem condemnats, per la nostra naturalesa, a crear. Tenim, però, una opció, la de modelar aquest món en consonància amb el millor de nosaltres. O amb el pitjor. Podem dubtar fins i tot si les nostres transformacions tenen valor humà. Però no ha de haver-hi cap dubte del que *haurien* de ser.

RECUILL D'ARTICLES D'ASSAIG I LLIBRES DE POEMES DE ROALD HOFFMANN

ARTICLES D'ASSAIG

1. «A Waste of College», *New York Times*, 24 juliol 1982.
2. «Commentary», comentaris sobre l'article de Leo Marx «Are Science and Society Going in the Same Direction», *Science, Technology and Human Values*, 8, 10 (1983).
3. «Two Unfortunate Trends», al llibre *Critical Thinking*, editat per Anne B. Grinols, Cornell University Press, Ithaca, 1984, p. 37. Tornat a publicar per Wadsworth Publishing Co., Blemont, 1988, p. 69.
4. «Plainly Speaking», *American Scientist*, 75, 418 (1987).
5. «Unstable», *American Scientist*, 75, 619 (1987).
6. «Nearly Circular Reasoning», *American Scientist*, 76, 182 (1988).
7. «How I Work as Poet and Scientist», *The Scientist*, 21 març 1988, p. 10.
8. «Molecular Beauty», *American Scientist*, 76, 389 (1988).
9. «Molecular Beauty II. Frogs About to be Kissed», *American Scientist*, 76, 604 (1988).
10. «Under the Surface of the Chemical Article», *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, 27, 1593 (1988).
11. «Molecular Beauty III. As Rich As Need Be», *American Scientist*, 77, 177 (1989).
12. «Molecular Beauty IV. Toward an Aesthetic Theory of Six-coordinate Carbon», *American Scientist*, 77, 330 (1989).
13. «Ignorance, Ignorantly Judged», *New York Times*, 14 set. 1989, p. A29.
14. «The Succa and the Elephant», C.-S. Leibowitz i R. Hoffmann, *The Jerusalem Post International Edition*, 14 oct. 1989, p. 11.
15. «University Research and Teaching: an Enriching and Inseparable Combination», *The Boston Sunday Globe*, 5 nov. 1989, p. 11.
16. «Representation in Chemistry», R. Hoffmann i P. Laszlo, *Diogenes*, 147, 23 (1989); *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 30, 1-16 (1991).
17. «Azul como el mar», *Liber*, 1, No. 2 (desembre 1989), 17. *Liber* és un suplement publicat simultàniament per diversos diaris, entre ells *Le Monde*, *Frankfurter Allgemeine* i *El País*. També a *American Scientist*, 78, 308 (1990).
18. «Creation and Discovery», *American Scientist*, 78, 14 (1990); *Rev. Roum. Chim.*, 35, 305-308 (1990).

19. «Chemistry, Democracy, and a Response to the Environment», *Chemical and Engineering News*, **68**, núm. 17 (23 abril 1990), p. 25-29.
 20. «Art in Science?», *Q (A Journal of Art)*, Maig 1990, p. 62-65; *Ometeca* (en anglès i castellà), I:2-II:1, 83-102 (1989-90); *Current Science*, **60** (6), 346-349 (1991).
 21. «Natural/Unnatural», *New England Review and Bread Loaf Quarterly*, XII, núm. 4, 323 (1990); *Interdisciplinary Science Revs.*, **16**, 161-167 (1991).
 22. «In Praise of Synthesis», *American Scientist*, **79**, 11-14 (1991); en francès a *Alliage*, núm. 9 (tardor 1991), 65-75.
 23. «Why Scientists (or Engineers) Shouldn't Run the World», *Issues in Science and Technology*, VII (2), 38-39 (1991).
 24. «Soviet Emigree Talent: A Windfall for US Employers», *The Wall Street Journal*, 24 juny 1991, p. 10.
 25. «Molecular Mimicry, Rachel and Leah, the Israeli Male, and the Inescapable Metaphor in Science», S. Leibowitz i R. Hoffmann, *Michigan Quarterly Review*, **30**, núm. 3, 382-397 (1991).
 26. «Hot Brines in the Red Sea», *American Scientist*, **79**, 298-299 (1991).
 27. «Signs and Portents: No Parking in the Courtroom», S. Leibowitz i R. Hoffmann, *Diacritics*, primavera 1991.
 28. «Art and Science, Money and Morals», *American Scientist*, **80**, 10-11 (1992).
 29. R. Hoffmann i V. Torrence, *Chemistry Imagined. Reflections in Science*, Blue Ridge Summit (Pennsylvania), Smithsonian Institution Press, 1993.
 30. «Theory and Practice», *American Scientist*, **80**, 310 (1992).
 31. «Do Mythic Heroes Pervert the Beauty of Scientific Research?», *Science-Writers*, **40**, 3 (1992).
 32. «¿Cómo deberían pensar los químicos?», *Investigación y Ciencia*, abril de 1993, p. 46.
 33. «For the First Time, You Can See Atoms», *American Scientist*, **81**, 11 (1993).
- Una altra versió dels articles 8, 9, 11 i 12 es pot trobar a «Molecular Beauty», *J. Aesthetics and Art Criticism*, **48** (3), 191-204 (1990); *Interdisciplinary Science Revs.*, **16**, 301-312 (1991).
 - Una versió corregida dels articles 8, 9, 11 i 21 es pot trobar a M. D. Joesten, D. O. Johnston, J. T. Netterville, J. L. Wood, *The World of Chemistry*, Saunders, Filadèlfia, 1991.

LLIBRES DE POEMES

1. *The Metamict State*, University of Central Florida Press (University Presses of Florida), Orlando, 1987.
2. *Gaps and Verges*, University of Central Florida Press (University Presses of Florida), Orlando, 1990.