



**UNIVERSITAT
JAUME·I**

**2011 Any Internacional de la Química
Centenari del segon premi Nobel atorgat a**

María Skłodowska, Marie Curie

QUÍMICA-DONA-SOCIETAT

Purificación Escribano López

Lliçó inaugural del curs 2011/12

LLIÇÓ INAUGURAL DEL CURS 2011-2012

**2011 Any Internacional de la Química
Centenari del segon premi Nobel atorgat a
Maria Sklodowska, Marie Curie**

QUÍMICA-DONA-SOCIETAT

Purificación Escribano López

Catedràtica de Química Inorgànica

Departament de Química Inorgànica i Orgànica

Universitat Jaume I

Castelló de la Plana, setembre de 2011

Edita: Servei de Comunicació i Publicacions
Universitat Jaume I
Edifici Rectorat i serveis centrals
Campus del Riu Sec
12071 Castelló de la Plana
www.uji.es · comunicacio@uji.es
Tel. 964 728 833
Dipòsit legal: CS 250-2011
Imprimeix: Innovació Digital Castelló, s.l.u.





A la memòria de mon pare (Pascual)

Rector Magnífic de la Universitat Jaume I, Molt Honorable Sr. President de la Generalitat Valenciana, Excel·lentíssims i Il·lustríssims Senyors i Senyores, Distingides i Distingits Col·legues, Companys, Companyes, Amics i Amigues D'aquest Claustre Universitari, Senyores i Senyors.

Com a química, com a investigadora, resulta per a mi un honor i una autèntica satisfacció poder adreçar-me a tots vosaltres per a impartir la primera lliçó del curs acadèmic que avui s'inaugura. Aquesta lliçó va dedicada a totes aquelles dones (mares i àvies) que amb la seua ajuda i interès, van permetre que unes altres, com jo, poguérem accedir a la universitat i que avui estiga ací, per a impartir aquesta classe, gràcies a la generositat de l'excel·lentíssim rector magnífic de la Universitat Jaume I i del seu Consell de Direcció.

**2011 Any Internacional de la Química
Centenari del segon premi Nobel atorgat a
Maria Sklodowska, Marie Curie**

QUÍMICA-DONA-SOCIETAT

En 2011 la química s'ha convertit en protagonista a tot el món sota el lema «**Química: la nostra vida, el nostre futur**». És l'«Any Internacional de la Química». La resolució va ser adoptada per les Nacions Unides per a celebrar els èxits de la química i la contribució d'aquesta a la humanitat.

La UNESCO i la IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) han estat les institucions designades per a dur a terme aquesta promoció. «L'Any Internacional de la Química esperem que constituïska un empenta a la ciència química, base de la nostra qualitat de vida i del futur d'aquesta», segons va dir Jung-Il Jin, president de la IUPAC. «Esperem augmentar-ne l'apreciació pública i la comprensió de la química, augmentar-ne l'interès dels joves per la ciència i generar entusiasme per un futur de creativitat, relacionada amb la química».

El director general de la UNESCO, Koichiro Matsuura, va encomiar la decisió de l'Assemblea General i va fitar que: «és indubtable que la química exercirà un paper molt important en el desenvolupament de fonts alternatives d'energia i en l'alimentació de la creixent població mundial».

Els firmants de la declaració de l'any 2011 com l'Any Internacional de la Química indiquen que:

«La història de la humanitat i el seu desenvolupament han estat intrínsecament lligats al progrés del coneixement científic i tecnològic. La ciència ha estat l'eina que ha permès a la humanitat aconseguir, al llarg del temps, una major esperança i qualitat de vida».

D'entre totes les ciències, ha estat la química, amb el suport fonamental i necessari de la física, la biologia i d'unes altres àrees del coneixement, la que en major grau ha contribuït a oferir respostes a les necessitats de l'ésser humà.

A pesar de l'important paper que la química ja ha exercit en el passat, el protagonisme d'aquesta ha de ser encara més rellevant per a afrontar els reptes als quals, avui en dia, i en el futur, ha d'enfrontar-se la humanitat.

Com s'alimentaran els més de 9.000 milions d'habitants que poblaran la Terra en 2050? Com eradicarem les malalties actuals i aqueixes que encara no coneixem? En definitiva, com podrà, cada un dels homes i dones que habiten aquest planeta, aconseguir un nivell i una qualitat de vida prou dignes?

Sens dubte, serà la química, a través dels seus científics, investigadors, formadors, educadors, empresaris i treballadors, la que aportarà respostes a aquests i a uns altres interrogants. Respostes que només seran factibles si establim les necessàries vies de col·laboració entre tots ells i totes elles, amb el suport de la nostra societat, les seues autoritats i els organismes competents.

Per tot això, els firmants declaren que:

1. Cal conscienciar a la societat de l'indispensable paper que la ciència, en general, i la química, en particular, exerceixen per a garantir i millorar la qualitat de vida i el benestar dels ciutadans.

2. Cal que els governs, els òrgans legislatius i les administracions públiques, fomenten i promoguen l'excel·lència en l'educació científica, la investigació, el desenvolupament i la innovació tecnològica, així com la difusió d'informació objectiva i veraç sobre la ciència química i les aplicacions d'aquesta.
3. Cal reconèixer, valorar i donar suport a la fonamental aportació dels científics que investiguen i desenvolupen els productes i aplicacions que generen l'increment continu de la qualitat de vida i el benestar de la societat.
4. Cal reconèixer, valorar i donar suport a la fonamental labor dels docents en la formació científica dels joves, des de les primeres etapes de l'educació fins a l'ensenyança més especialitzada.
5. Cal reconèixer, valorar i donar suport a les empreses del sector químic, així com als seus professionals i treballadors, perquè són ells els que, en últim terme, generen els productes i beneficis econòmics i socials que precisen els ciutadans.
6. Cal que la química i el desenvolupament industrial d'aquesta continuen considerant prioritari el compromís de progrés amb la protecció de la salut, la seguretat i el medi ambient, així com la utilització racional i sostenible dels recursos naturals.

La química és essencial per a comprendre el planeta i el cosmos. A més, les transformacions moleculars juguen un paper fonamental en la producció d'aliments, medicaments, comestibles, i innumerables productes extrets o manufacturats.

Sens dubte, aquest esdeveniment pot aprofitar-se per a donar a conèixer aquesta disciplina científica que, igual que altres, com la física i les matemàtiques, no gaudeixen de popularitat entre l'alumnat. Si repassem la matriculació en les carreres universitàries, ens n'adonarem que assistim a una pèrdua d'interès científic per part de la nostra joventut. No som conscients que els avanços tecnològics vénen condicionats per profunds coneixements de ciència bàsica.

A més, el desinterès i la desinformació en temes científics poden ser utilitzats amb fins economicolucratius per part d'empresaris poc escrupolosos que se n'aprofiten de la falta de formació de la societat, com a exemple, només cal seguir el que mencionaré en els paràgrafs següents:

En qualsevol bon restaurant l'aigua està de moda i se'ns mostra en la carta una gran varietat de dissenys i propietats. Fa un temps, es va publicar en la premsa que una empresa canadenca, especialista a comercialitzar aigües de disseny, venia una aigua amb alts continguts d'un oxigen diferent de l'oxigen que respirem. Mentre aquest respon a la fórmula O_2 , el que aquests ciutadans diuen vendre està en forma de tetraoxigen (O_4). Per descomptat, la presència d'aquesta nova molècula confereix al líquid element una sèrie de propietats: per exemple, una denominada biodisponibilitat.

La manera de preparar aquesta aigua es manté en el més estricte dels secrets, com no podia ser d'una altra manera. I les poques dades que es donen en la web encara emboliquen més l'afer. En un lloc es parla que es prepara mesclant aigua desionitzada amb sal marina i oxigen líquid, un estat de l'oxigen que s'aconsegueix per baix de 183 graus sota zero. En un pdf que podem descarregar-nos, no obstant això, la mescla d'aigua desionitzada i sals se sotmet a un procés electroquímic en el qual pareix generar-se el tetraoxigen, que es troba, així biodisponible, per a l'assedegat usuari.

Totes les aigües existents en el nostre entorn tenen dissolta una quantitat xicoteta d'oxigen diatòmic (O_2), provinent del que existeix en l'atmosfera. Aqueixa solubilitat de l'oxigen en l'aigua ve regida per la llei d'Henry, que estableix que la solubilitat d'un gas en un líquid és proporcional a la pressió que aquest executa sobre la superfície del líquid. Si fem els càlculs adequats, això condueix a un resultat que indica que per cada litre d'aigua s'hi dissolen menys de 10 mil·ligrams d'oxigen. És molt poc, però serveix perquè el complex sistema de brànquies dels peixos permeti a aquests no haver d'eixir a la superfície a respirar, tret d'un cas de compromís. Però, els qui no tenim brànquies

no necessitem que ens fiquen sofisticades fonts d'oxigen en l'aigua que bevem. Cada pocs segons, ens fiquem una bona dosi del mencionat gas sense res més que obrir la boca, o els narius, i respirar.

El tetraoxigen en si mateix no és, no obstant això, una falòrnia. Ja en 1924, un químicofísic de la categoria de G. N. Lewis, postulava l'existència d'aquesta molècula per a explicar certes propietats magnètiques de l'oxigen. Però, per a disposar de tal raresa, i tal com indica el diagrama de fases, cal sotmetre l'oxigen a pressions de l'orde de 10 Gigapascals, és a dir, d'unes 100.000 vegades la pressió que suportem sobre els nostres caps. En aqueixes condicions es pot arribar a obtindre un sòlid de color roig, conegut com la forma al·lotròpica *èpsilon* de l'oxigen, en la qual les molècules d'O₂ estan associades a parells, i formen les del tetraoxigen. Però, lluny d'aqueixes condicions; com estem a pressió atmosfèrica, l'oxigen torna a ser un gas, i de fórmula O₂.

També la química té resposta i solució a: Per què plorem quan tallem cebes? La ceba conté substàncies que es transformen en gas quan la tallem, i assoleixen la còrnia dels ulls. Aquest gas irrita les terminacions nervioses de la conjuntiva, el teixit transparent que protegeix l'ull. Aquestes terminacions envien senyals que estimulen les glàndules lacrimals per a produir major quantitat de llàgrimes, que renten l'ull. Els nostres ulls estan sempre protegits amb secrecions que els mantenen humits. Aquest líquid és drenat pels conductes lacrimals. Aquests compostos reaccionen amb l'aigua ocular transformant-se en àcids, sobretot, sulfúric i sulfurós. Com són corrosius, l'ull tracta d'alliberar-se d'aquests, per a la qual cosa activa les glàndules lacrimals, que produeixen el plor. Per a evitar-lo, el millor és tallar la ceba sota el raig de l'aigua.

I, en aquest punt em ve a la ment la poesia de Miguel Hernández «**Nanas de la cebolla**», perquè un altre mite que cal afonar és la creença, àmpliament estesa, que les persones que ens dediquem a temes científics, no ens emociona un bon llibre o una bona poesia:

(Dedicades al seu fill, arran de rebre una carta de la seua dona, on li deia que no menjava cap altra cosa que pa i ceba)

*En la cuna del hambre
mi niño estaba.
Con sangre de cebolla
se amamantaba.
Pero tu sangre,
escarchada de azúcar,
cebolla y hambre.*

Tornant al nostre tema, què és el que pot influir en la falta d'interès actual per la química? Les paraules de Linus Pauling (1901-1994), publicades en *Chem. Eng. News*, 1984, abril 16, 54, premi Nobel de química en 1954 i premi Nobel de la Pau en 1962, són molt aclaridores per a establir la importància d'aquesta disciplina científica: «*Every aspect of the world today—even politics and international relations—is affected by chemistry*», que podríem traduir com: «Cada aspecte del món d'avui —fins i tot la política i les relacions internacionals— està afectat per la química».

Generalment, el primer dia lectiu, se sol dedicar a mostrar a l'alumnat l'abast de la disciplina que se'ls impartirà. La primera cosa que se sol fer per a això, és tractar de definir-la. A més de no ser una tasca fàcil, porta necessàriament a parlar de l'establiment de límits, i una de les característiques essencials de la ciència és la multidisciplinarietat que té. En el cas que ens ocupa, podríem dir que la química és la ciència que estudia les propietats de les diverses substàncies i les transformacions d'aquestes. Es tracta d'una definició breu i concreta, però, probablement, no transmet una idea com cal de l'amplitud dels temes que abasta, ni la posició central que ocupa entre les disciplines científiques.

Així mateix, intentem relacionar la disciplina amb el món que ens envolta. Molts aspectes de l'època contemporània, als quals s'al·ludeix sovint en els mitjans de comunicació, estan estretament vinculats amb diferents aspectes de la química:

efecte hivernacle, pluja àcida, forat d'ozó, producció d'aliments, piles alcalines, atletes capaços d'aconseguir noves marques, cosmètics, medicaments, corrosió, bateries d'automòbils, nutrició, tractament de residus urbans, potabilització d'aigües, etc. És més, poques vegades som conscients que estem completament sotmesos i sotmeses a les lleis de la química i que cada moment de la nostra existència depèn del complex i altament ordenat conjunt de reaccions químiques que tenen lloc en els nostres organismes i en tot allò que ens envolta.

La química està en tot allò que ens envolta: en els nostres cossos. Som química! Funcionem gràcies a les múltiples reaccions químiques que es produeixen entre les substàncies que formen el nostre organisme. Els processos vitals de creixement, moviment i reproducció tenen lloc a través de les reaccions químiques. El pensament, el dolor, l'alegria, etc. són el producte de reaccions químiques. Per exemple: què succeeix quan ens enamorem? El cor bateja més de pressa, augmenta la tensió arterial, s'alliberen greixos i sucres per a augmentar la capacitat muscular i es generen més glòbuls rojos a fi d'augmentar l'oxigenació. La substància que produeix l'estimulació amorosa és la feniletilamina (que conté C, H i N).

També és química la resta de l'univers. La química està relacionada amb totes les ciències que, d'una manera o d'una altra, tracten sobre la matèria: física, biologia, farmàcia, medicina, arqueologia, etc.

La química sintetitza substàncies que existeixen en la naturalesa i, per tant, tenen les mateixes propietats i produeixen els mateixos efectes. Per exemple: la vitamina C sintètica és igual que la natural. També poden obtenir-se, a través de la química, nous materials amb propietats desitjades i obtenir substàncies inexistentes en la naturalesa.

A pesar de tot l'anterior, la química no gaudeix actualment de gran prestigi, es considera com quelcom artificial i roïn. «Això té química, alerta si t'ho menges!» «Ací hi ha química!». I se'n destaquen, fonamentalment, els efectes perjudicials

que la pràctica provoca sobre el nostre entorn. Però, cal tindre present que més que parlar de substàncies tòxiques cal fer referència a dosis tòxiques, tal com establia Paracels. Per exemple: un excés de sal comuna pot produir efectes greus sobre l'organisme. El ferro, en quantitats superiors a les adequades, provoca enverinament (siderosi) i la deficiència de ferro, anèmia. L'arsènic, en xicotetes dosis, es va utilitzar antigament per a tractar la sífilis, però en dosis majors produeix la mort.

Hi ha un altre aspecte que, derivat de l'activitat intrínseca dels propis químics, ha contribuït a aquesta identificació de la química amb un perill soterrat. I és la contínua millora de les tècniques analítiques. Gràcies als resultats d'aquestes, hi ha la percepció, per la societat, d'una **aparent contaminació** de quasi tot el que usem, mengem,... Substàncies perilloses apareixen en anàlisi realitzada en aliments i en l'ambient, i causen una evident alarma social. **I aquest és un assumpte en el qual es necessita una urgent alfabetització de la població.**

Cal dir, alt i clar, que al llarg del segle passat i del present, les companyies relacionades amb el sector quimicoanalític han posat en el mercat instruments molt poderosos que, generalment concebuts i manejats per químics, permeten detectar substàncies en quantitats pròximes a una part per trilió (1 ppt) que, en una escala de temps, és semblant a un segon respecte a 30.000 anys. Aparells prou habituals en molts laboratoris mesuren parts per bilió (ppb, com un segon respecte a 30 anys) i tècniques analítiques avui molt econòmiques poden mesurar sense dificultat parts per milió (ppm).

Amb aqueixes ferramentes en la mà, quantitats infinitesimals de qualsevol contaminant poden detectar-se de manera fiable en l'aigua, llet, aqüífers, aire, etc. La pregunta clau és: la possibilitat d'aqueixes deteccions és per a espantar-se o per a sentir-se protegit? Durant segles, no ningú ha disposat dels mètodes analítics que ara tenim, ni del control amb aquests de les substàncies que ingerim. Estaven els nostres avantpassats en una situació millor que la nostra pel que fa a qualitat de vida, pel fet de tindre menys coneixements que ara?

Però, cal tindre en ment que la química, per una altra banda, proporciona solucions als propis problemes que planteja. La presència d'una nova substància perillosa per al nostre entorn, potser provindrà d'una reacció química però, sens dubte, serà una altra reacció química la que ens allibere d'aquesta. Així, per a reduir l'emissió de monòxid de carboni i hidrocarburs no cremats, que hi ha en els gasos procedents del tub d'escapament dels automòbils, s'instal·la en els mateixos un catalitzador per mitjà del qual els compostos mencionats s'eliminen en forma d'unes altres substàncies no contaminants. Una altra manera d'eliminar aquest tipus de contaminació seria augmentar l'ús dels transports públics, i evitar-ne l'ús dels particulars. És a dir: no és només un problema de la química.

En resum, la química engloba un món prou complex que, a més dels beneficis que ens proporciona, pot ocasionar greus problemes, per això ha de fer-se un ús racional de la mateixa. El problema no és la química i, per extensió, unes altres ciències, sinó el mal ús que la humanitat pugua fer d'aquestes.

A continuació esbossaré una sèrie de contribucions rellevants de la química a la nostra qualitat de vida. Darrere dels exemples triats per a aquesta presentació, subjau la tesi que una part important de la quimifòbia que afecta principalment les generacions joves consisteix en el fet que aqueixes contribucions no han estat convenientment divulgades, i posen en evidència l'influx negatiu que moltes informacions que apareixen en els mitjans de comunicació, no sempre adequadament contrastades, tenen en la població.

Potser seran les **ciències de la salut** les que més beneficiades han resultat de la interacció amb la química i sobre aquesta interacció assentarem una part de la nostra exposició. La revista ***Chemical Engineering News***, una publicació molt recomanable per a estar al dia, sense moltes complicacions, del que es cou en el món pluridisciplinari de la química moderna, publicava al juny de 2005 un extens monogràfic sobre 42 fàrmacs que han canviat el món de la medicina. S'hi recollia tot tipus de principis actius, amb interessants històries sobre l'origen, els problemes, les dades de producció, curiositats d'aquests, etc.

En la portada d'aqueix número apareix Leo Sternbach, l'inventor del Librium, el primer ansiolític que va aparèixer en el mercat, en 1960, al qual va seguir, en 1962, el famós Valium.

I entre les fotografies històriques que en el mateix volum es mostren estan les del primer Comitè Executiu de la *Federal Drug Administration* (FDA), la poderosa organització que continua controlant els medicaments que es posen en circulació en el mercat nord-americà, un referent per a les altres administracions.

Qualsevol història sobre química i medicina sol començar amb l'aspirina, un fàrmac que porta més de cent anys en el mercat, sobre el qual hi ha multitud d'estudis a favor i en contra, però que el pas dels temps no ha entelat les resolutives capacitats que té com a **analgèsic i antipirètic**. Ha acompanyat els astronautes a la Lluna; i Ortega y Gasset va batejar el segle XX com el «segle de l'aspirina».

Com a curiositat, hem de mencionar que hi ha autors que mantenen que, atesos els efectes secundaris que té l'aspirina, si avui es tractara d'introduir-la com a medicament en el mercat, probablement seria rebutjada per les estrictes normes de les agències governamentals que controlen els nous fàrmacs.

La història dels **antibiòtics** arranca en 1928, quan **Alexander Fleming** descobreix que un fong que havia contaminat accidentalment una mostra de bacteris, denominats estafilococs, provocava l'eliminació d'aquests. Posteriorment, Fleming va descobrir que les substàncies secretades per aqueix fong, conegut com *Penicillium notatum*, i la composició de les quals es desconeixia, eren actives contra uns altres bacteris responsables de perilloses infeccions. Avui coneixem la fórmula del principi actiu, la **benzilpenicil·lina**, que es va començar a vendre en 1942 i que va suposar una autèntica revolució en el tractament de processos infecciosos de qualsevol tipus.

Des de llavors, la química contribueix de manera decisiva a la síntesi de nous antibiòtics que tracten de millorar els predecessors i solucionar, d'altra banda, un dels problemes més importants en aquest camp, com és el de la progressiva resistència dels agents patògens als antibiòtics més usats. La gent del carrer pareix interpretar de manera negativa aqueixa resistència, sense entendre que és quelcom semblant al procés evolutiu que ha fet que alguns humans tinguem la pell més fosca que uns altres.

La història de la **vitamina C** està lligada a les epidèmies d'escorbut que assolaven els exèrcits i els mariners de llargs viatges durant els segles anteriors al XVIII. A mitjan segle XVIII, una sèrie de descobriments van portar a la conclusió que el consum de **fruites i vegetals frescos** era el millor remei contra l'escorbut. Però van caldre molts anys fins que, al voltant de 1920, es va descobrir que el vertader agent actiu contra l'escorbut era la que avui coneixem com a vitamina C, l'àcid **ascòrbic**.

L'entrada massiva de la vitamina C en els costums de la població es va produir a partir dels anys 30 del segle passat quan la vitamina C es va sintetitzar a partir de la glucosa. **Roche** va ser una de les primeres companyies a aconseguir-ho i avui en dia se'n fabriquen més de 50.000 tones a l'any del dit producte. Unes altres vitamines han estat igualment identificades i sintetitzades.

Dir **quimioteràpia** és una forma palpable de reconèixer en el terme el paper jugat per la química en el tractament de les malalties degeneratives que englobem sota la paraula càncer. Molècules com el **taxol**, que es va començar a obtenir extraient-lo de l'escorça d'arbres com el teix del Pacífic i que, finalment, ha estat possible generar en el laboratori a pesar de la seua extraordinària complexitat, són un exemple de la capacitat de la química per a resoldre problemes.

Alguns dels fàrmacs que hem mencionat fins ara estan relacionats amb substàncies que es produeixen en la naturalesa. Això mostra que la química ha

usat a la naturalesa com a font d'inspiració, i ha arribat a replicar substàncies que aquesta ha perfeccionat progressivament durant molt de temps. Allò sorprenent és que encara hàgem de continuar discutint si la vitamina C d'un flascó de Roche és la mateixa que la que es troba en la taronja. O que si, després de grans esforços, tenim una via totalment sintètica del taxol, hi haja gent que pose en dubte que aquest producte i l'extret del teix tenen la mateixa estructura química.

La repercussió de la varietat de medicaments disponibles en la nostra vida actual és enorme i n'hi ha prou amb comparar les societats occidentals amb aqueixes que no disposen de possibilitats per a accedir a aquests fàrmacs per a adonar-se'n de com seria la vida sense aquests.

Sense abandonar la quimioteràpia podem donar dades respecte d'això. La **quimioteràpia** s'ha revelat com un mètode eficaç i cada vegada més depurat, quant a efectes secundaris, per al tractament de diversos tipus de càncers. Potser un dels resultats més espectaculars siga l'evolució dels **càncers infantils** abans i després de la introducció dels tractaments de quimioteràpia a partir dels anys seixanta.

El tractament de la sida ha canviat radicalment des de la introducció del **Crixivan** i avui pot dir-se que gràcies a aquest, en combinació amb uns altres inhibidors de la proteasa, les esperances de vida s'han allargat considerablement i un afectat de sida pot viure raonablement amb la seua malaltia.

Un altre àmbit en el qual la química ha contribuït i contribueix de manera important és en el dels **nous materials**: semiconductors, ceràmiques. Però el desinterès de la societat, en general pels temes científics ha deslliurat el que abans hem denominat quimiofòbia i, com a exemple, podem al·ludir als materials **polimèrics o plàstics**.

En utilitzar com a matèria primera productes derivats del petroli, la química ha produït, a partir dels anys 30 del segle passat, tota una gran varietat de nous materials que han revolucionat moltes dels nostres maneres de viure i que hi han crescut a un ritme espectacular. Encara que es poguera argumentar que, en tant que derivats del petroli, la producció d'aquests poguera resultar afectada en el futur per l'esgotament d'aquest, és convenient explicar que només el 4% del petroli manipulat en refineries va cap a línies de síntesi de polímers, mentre que el 80% simplement es crema com a matèria primera per a la producció d'energia en diverses maneres, fonamentalment en l'àmbit del transport i en la generació d'electricitat.

Dins d'aquest tipus de materials i per a mostrar la importància d'una formació científica en la societat em referiré a la campanya contra el consum de bosses de plàstic, sense que d'això es deduïska una defensa per la meua banda d'un consum incontrolat i rampant de les bosses d'usar i tirar que ens repartien en els súper. Simplement, pretenc reflexionar sobre una propaganda parcial. Les dades indiquen que, en Espanya, un ciutadà mitjà consumia unes 230 bosses de **polietilè** a l'any, de les que ens donaven a caixa. Pareixen moltes però, en termes de pes, estem parlant d'un poc més de dos quilos **anuals** per habitant. Moltes d'aqueixes bosses es reutilitzen com a bosses de fem o, per a transportar-hi botelles i paper.

Encara sense considerar aqueixa «segona vida», l'efecte d'aqueixa quantitat de polietilè en termes de canvi climàtic resulta clarament inferior al derivat de les restes de menjar que abandonem com a residus urbans. En molts casos, aqueixos residus acaben en abocadors, generant metà, un gas hivernacle més actiu que el mateix CO₂. Els càlculs de **Chris Goodall** indiquen que una família anglesa mitjana rebutja setmanalment el 30% del que pesen els aliments que adquireix i recentment he vist dades de Nova Zelanda entorn del 25%. Si les autoritats foren conseqüents, haurien de promocionar també, i de manera preferent, la reducció dràstica en aqueix balafament de menjar. Perquè el càlcul és prou immediat. I, per descomptat, no són dos quilos anuals.

Un altre càlcul senzill que tot el món entendreà: un ciutadà mitjà que utilitzi el seu cotxe raonablement farà uns 10.000 km anuals (i no parlem de professionals que fan deu o vint vegades més). A un consum mitjà de sis litres de gasolina als 100 km (i estic tirant molt per baix, atesos els vehicles tot terreny que poblen els nostres carrers) ixen 600 litres de gasolina. Si prenem la densitat de la mateixa en aproximadament 0,68 kg per litre, resulten més de **400 kg** de gasolina que cada un crema en un any.

D'una altra banda, hi ha dubtes molt raonables sobre la destinació final dels polímers que es disposen en els contenidors grossos. La major part són incinerats. I cremar gasolina o cremar el polietilè de les bosses és intrínsecament el mateix. Ambdues coses tenen paregut poder calorífic i emeten anhídrid carbònic i aigua. I que no ens vinguen amb que la crema de plàstics genera uns altres contaminants perillosos perquè, es pot també mostrar el que produeixen els nostres tubs d'escapament i en tenim desenes a cada cantonada.

El control de les bosses, l'exigència de pagament per l'ús d'aquestes, són bones mesures, però molt incompletes. Continuem consumint plàstic en quantitats alarmants. Quasi tots els embolcalls, contenidors, gots, botelles, brics, recipients d'un sol ús, etiquetes,... són de plàstic. I és sis vegades més que el de la bossa. I, no obstant això, el problema no és tant la quantitat, sinó la (no)recuperació o la (no)degradació del plàstic. Una bossa de polietilè no es degrada en centenars d'anys. I representa un factor contaminant de primer ordre en mars, llacs, rius, allà on tinga mobilitat o s'hi haja dispersat.

Aqueix problema s'ha d'eliminar doblement: cal substituir el plàstic convencional no biodegradable per un altre material com el vidre o el paper, o polímers basats en productes naturals, sintètics, compostos, o de rebuig que siguin biodegradables, i d'altra banda, cal conscienciar la població de la necessitat de limitar-ne el consum i reciclar selectivament.

En aqueixa línia, els químics també han estat i són la solució: els intents d'aconseguir polímers biodegradables per a aquest tipus d'usos han cristal·litzat en productes barats i realment substitutius del polietilè que fem en les bosses del súper. Per exemple, bosses de poliàcid làctic (obtingut a partir de la dacsa), bosses en les qual una part del polietilè se substitueix per midó, bosses amb additius que acceleren la degradació del polietilè i que generen subproductes biodegradables. Aqueixes solucions estan en el mercat, però unes altres van estar-hi abans i s'han quedat en un no res. De moment, les dades de 2007 indiquen que els anomenats **bioplàstics** suposen només una de les 210 milions de tones de plàstic produïdes anualment.

Els escenaris anteriors, amb les polèmiques suscitées, mostren que hi ha motius per a ser escèptics i escèptiques, per a ser prudents i per a reconèixer que els problemes complexos no poden resoldre's amb estratègies simplistes.

Com ja ho he mencionat, qualsevol activitat implica un risc. I certament tota persona sensata tracta d'evitar el risc. Però la seua conducta per a evitar-lo depèn no només de la magnitud percebuda del risc, sinó també d'uns altres factors clau com la voluntarietat en l'exposició al risc o, ací està la clau del que he exposat, en la compensació que puga rebre's per això. El risc, a més, no és, en principi, sinònim de fatalitat.

Cal reconèixer, a més, que hi ha factors de risc difícils de predir en les nostres activitats. Potser l'exemple més emblemàtic siga l'afer de la capa d'ozó. A partir dels anys 60 es van començar a detectar radiacions ultraviolades solars **excessivament intenses** a l'Antàrtida. El fenomen es produïa totes les primaveres i augmentava en intensitat d'any en any. Immediatament es va relacionar amb una disminució local de la capa d'ozó estratosfèric que **filtra la radiació solar**. Però el per què d'aquesta disminució de l'ozó era un misteri per a la ciència.

Dos científics del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Rowland i Molina que estudiaven la química de l'estratosfera van proposar la teoria que l'ozó es destrueix per un mecanisme **catalític** induït per radicals clor (Cl). L'enigma continuava perquè era difícil explicar la presència de radicals clor en l'estratosfera. Finalment, van demostrar que provenia dels gasos denominats **clorofluorocarbonis o CFC**, compostos sintètics que l'home ha fabricat en milions de tones al llarg del segle XX i que al final del seu cicle de vida són alliberats a l'atmosfera.

L'ús dels gasos CFC està relacionat amb els **esprais**, els sistemes d'aire **condicionat**, la fabricació d'escumes sintètiques o amb les **neveres i congeladors** que han jugat un paper decisiu en la conservació d'aliments i, per tant, en la lluita contra la fam en el món.

Però els CFC són tan estables que s'han anat acumulant en la **troposfera** i han estat capaços de travessar la barrera de la tropopausa (zona de transició entre la troposfera i l'estratosfera) i **arribar a l'estratosfera**. Allà, a causa de la intensa radiació solar, es descomponen i hi alliberen àtoms de clor que són capaços de catalitzar la destrucció de l'ozó.

Aquests treballs els van valdre a Rowland i Molina compartir amb Crutzen el premi Nobel de Química de 1996.

Una vegada detectada la causa última del problema, la **Conferència de Montreal** de 1987 va permetre dissenyar una estratègia, assumible pel conjunt dels països, de substitució dels CFC. La disminució dràstica d'emissions d'aquests compostos al llarg de la dècada dels 90 permet revertir la tendència creixent del problema. Hi ha gràfiques en les quals es representa el gruix de la capa d'ozó i l'àrea del forat. Es veu en aquestes, que el problema s'ha continuat agreujant els últims anys, però que la situació va tendint a estabilitzar-se i podria resoldre's a mitjans aquest segle.

La gran inèrcia observada està causada per la **llarga vida mitjana** dels CFC que, en alguns, pot arribar als 400 anys.

En definitiva, el problema de l'ozó mostra que tenim capacitat de resposta per a problemes greus, encara que hagen estat generats sota riscos que no havíem previst.

La pròpia química és conscient, cada vegada més, que ha de gestionar molt millor els riscos de les activitats que introdueix. Amb aqueixa visió, són cada vegada més abundants els processos i els materials que s'engloben sota el concepte de «química verda», la vocació del qual és substituir processos i materials sobre els quals es tenen seriosos dubtes que contribuïsqen a la sostenibilitat de la nostra manera de viure. Nous catalitzadors, nous dissolvents com el CO₂ supercrític, els líquids iònics són només alguns exemples d'aquesta tendència que s'obri pas.

Perquè es continua necessitant una química activa si volem continuar la contribució a la manera de vida de la qual ara gaudim. Probablement, el problema dels subministraments futurs d'energia siga el problema més important que la química haurà d'afrontar en el futur. La química, que ha estat en el cor de les **refineries de petroli**, que han marcat l'etapa precedent, està ara darrere dels avanços en fonts d'energia alternatives com les piles de combustible o l'energia fotovoltaica que tracten de buscar un escenari energètic nou per a quan la producció de petroli minve.

En definitiva, la química ha suposat una peça clau en el tipus de vida que avui portem, en la nostra salut, en la nostra mobilitat i pocs estem disposats, en el fons, a renunciar a aqueixes conquestes. I, allò que és més important, sense la química és difícil que puguem continuar avançant en qüestions com la teràpia gènica, les noves fonts d'energia o els nous materials i processos lligats a la nanotecnologia que, probablement, suposaran un canvi radical en la nostra manera de viure.

Definim-nos, per un moment, en la paraula «nano», tan profusament utilitzada en l'actualitat, es parla de compostos nanocristal·lins, nanomaterials, nanoestructures, nanocompòsits, nanotecnologia, nanociència, nanotubs, nanopartícules, nanovaretes, nanoressorts... i resulta quasi infinita la quantitat de paraules amb el prefix que involucra al nanòmetre.

Per què són distintes les coses a escala nanomètrica? Podem indicar-ne dues raons fonamentals: El fet que les longituds característiques de molts fenòmens físics són precisament d'uns pocs nanòmetres i la importància que adquireix la superfície a aquesta escala.

Quan es manipula la matèria en l'escala tan minúscula d'àtoms i molècules mostra fenòmens i propietats totalment nous. Per tant, els científics i les científiques utilitzen la nanotecnologia per a crear materials, aparells i sistemes nous i poc costosos amb propietats úniques.

Ens interessa, més que el concepte, allò que representa potencialment dins del conjunt d'investigacions i aplicacions actuals, el propòsit dels quals és crear noves estructures i productes que tindrien un gran impacte en la indústria, la medicina (nanomedicina), etc.

Si prenem un element de material massiu (d'uns mil·límetres, observable a simple vista) i reduïm la dimensió d'aquest progressivament, arriba un moment en el qual les seues propietats físiques (elèctriques, òptiques, magnètiques, mecàniques, etc.) comencen a canviar dràsticament. Curiosament, aquests fenòmens ocorren quan reduïm la grandària del sistema a l'ordre d'uns nanòmetres, amb independència de la composició que té. Així, si mirem un cub d'or d'1 cm de costat el veiem de color groc. Si ara el tallem fins a obtenir-ne un de la meitat de grandària, continua sent groc. Podríem repetir l'operació moltes vegades i l'or continuaria sent groc, però quan férem el cub tan xicotet que mesurara tan sols uns pocs nanòmetres passàriem a veure'l de color roig.

Quelcom semblant ocorre amb les propietats elèctriques. Si prenem un cub de coure, que és un material conductor de l'electricitat, i el tallem successivament en trossos més xicotets, continua sent conductor fins que arribem a un cub d'uns pocs nanòmetres, que passa a ser aïllant. Anàlogament, els materials magnètics també canvien les seues propietats quan es fan xicotets i arriben a l'escala del nanòmetre.

Suposarà nombrosos avanços per a moltes indústries i nous materials amb propietats extraordinàries (desenvolupar materials més forts que l'acer, però molt més lleugers), noves aplicacions informàtiques amb components increïblement més ràpids o sensors moleculars capaços de detectar i destruir cèl·lules cancerígenes en les parts més delicades del cos humà com el cervell, entre moltes d'altres aplicacions.

Un exemple de com la química pot contribuir a la nanociència és el desenvolupament de mètodes sintètics fiables per a la preparació de nanoobjectes amb una estreta distribució de dimensions i amb formes uniformes. Potser, el cas més estudiat és la formació de nanopartícules metàl·liques i particularment la preparació de nanopartícules d'or amb la mida d'uns pocs nanòmetres i forma homogènia. Les nanopartícules metàl·liques il·lustren clarament com les propietats dels metalls com ara el punt de fusió, conductivitat, espectre òptic i propietats catalítiques canvien dramàticament quan la mida es redueix a l'escala d'uns pocs nanòmetres fins al punt en el qual apareixen agregats d'uns pocs àtoms. Aquests agregats poden ser semblants a les molècules covalents, tret que poden créixer fàcilment i no estan saturades.

Les nanopartícules metàl·liques poden ser usades en diferents àmbits que van des de la nanoelectrònica, sensors i catàlisi fins a la biomedicina. Així, tractaments del càncer desenvolupats recentment estan basats en l'habilitat de les nanopartícules metàl·liques de travessar membranes cel·lulars i produir l'efecte desitjat en el citoplasma cel·lular. Igualment, un nou àmbit en

la biomedicina és l'administració de principis actius de manera que l'agent terapèutic estiga contingut en una nanocàpsula que viatja pel cos fins que arriba al teixit o a les cèl·lules diana i allà el principi actiu és alliberat i esdevé disponible per a actuar-hi terapèuticament.

També la nanociència persegueix l'ordenament i l'estructuració a escala de nanòmetres. Així, hi ha alguns sòlids on l'estructura cristal·lina defineix canals i cavitats de dimensions nanomètriques. Aquests materials s'obtenen per una diversitat de mètodes. Entre aquests, la síntesi sol-gel (o química dolça) ha demostrat ser un procediment reproduïble per a crear nanoporus per mitjà del control de la manera en la qual el sòlid es forma a partir de precursors moleculars. El punt clau és l'ús d'agents plantilles que, a causa de les interaccions hidrofòbiques amb l'aigua, donen lloc a la primera inhomogeneïtat espacial. Aquesta estructuració espacial s'usa com a plantilla per a orientar la formació del sòlid en un material mesoporós. Una altra possibilitat és la formació de nanocanals i nanocaixes quan aprofitem les orientacions espacials ben definides que presenten els enllaços de coordinació al voltant d'ions o d'agregats d'ions metàl·lics. Si aquesta orientació espacial es combina amb lligands bi- o multipodals que forcen la localització dels ions metàl·lics en direccions espacials definides, llavors es formen polímers metal-orgànics. Aquests nous materials exhibeixen nanoporositat, posseeixen una densitat de xarxa molt baixa i un gran volum buit de cel·la unitat i poden servir com nanodipòsits per a emmagatzemar-hi gasos com ara l'hidrogen i el diòxid de carboni.

Part del gran interès en nanociència deriva dels dispositius que poden preparar-se amb l'ús de nanopartícules o pel·lícules de gruix nanomètric. Aquests dispositius representen el màxim grau de miniaturització i, per consegüent, si aquests dispositius són adequada i eficientment construïts, representen el límit de la màxima eficiència per a molts processos. L'aplicació de la nanociència pot portar a la comprensió de fenòmens fonamentals i l'optimització de diferents components en díodes emissors de llum i cel·les solars fotovoltaïques. En el

context de la busca de fonts d'energia renovable que siguen alternatives als combustibles fòssils, és evident que la llum solar constitueix un recurs inesgotable. El propòsit de les cel·les solars és convertir la llum solar en electricitat i a fi d'aconseguir una eficiència raonable, tots els components han de trobar-se adequadament organitzats en dimensions nanomètriques, de manera anàloga a com ocorre en els centres fotosintètics de les plantes verdes i les algues.

Un altre àmbit on la química està proporcionant els mitjans necessaris i els procediments de síntesi requerits és en la preparació d'imants moleculars. Aquests imants poden representar la peça més xicoteta i última d'informació i poden servir per a desenvolupar ordinadors més potents, ràpids i eficients i per a l'emmagatzemament massiu d'informació.

Els materials nanoceràmics s'han convertit en un nou àmbit d'estudi en les últimes dècades. L'interès que desperten aquests materials radica principalment en les possibles aplicacions que tenen a causa de la facilitat per a ser emmotllats en formes complexes. Encara que a penes se'n tenen dades sobre les propietats d'aquests nous materials, estudis preliminars han revelat característiques inesperades si es comparen amb les obtingudes en ceràmiques submicromètriques, de les quals sí que hi ha una àmplia literatura. D'especial interès es presenta l'estudi de les propietats mecàniques d'aquestes nanoceràmiques ja que s'espera que siguen materials susceptibles de ser deformats ràpidament a temperatures moderades, la qual cosa suposaria un extens ventall d'aplicacions.

Es va començar a parlar de nanotecnologia en els anys seixanta, no obstant això, alguns nanomaterials eren ja emprats 2.000 anys enrere i recorrem ací a l'exemple, molt trillat, de la copa de vidre de Licurg (Roma, segle IV adC), que està exposada al British Museum.¹ L'anàlisi del vidre va permetre revelar que contenia partícules molt xicotetes (~70 nm) de plata i or, en una proporció

¹ An investigation of the origin of the colour of the Lycurgus cup by analytical transmission electron microscopy. D. J. Barber, I. C. Freestone. *Archaeometry* 32, 33- 45 (1990).

molar de 14:1 i, és justament la mida d'aqueixes partícules en suspensió, allò que confereix al vidre els diferents colors. Aquestes nanopartícules fan, com mostra la Figura, que la copa es veja verda quan s'il·lumina amb llum reflectida i roja amb llum transmesa (per exemple, al situar una font de llum a l'interior d'aquesta). Un ús semblant de nanopartícules per a modificar el color del vidre va ser molt emprat posteriorment als vitralls de les catedrals.

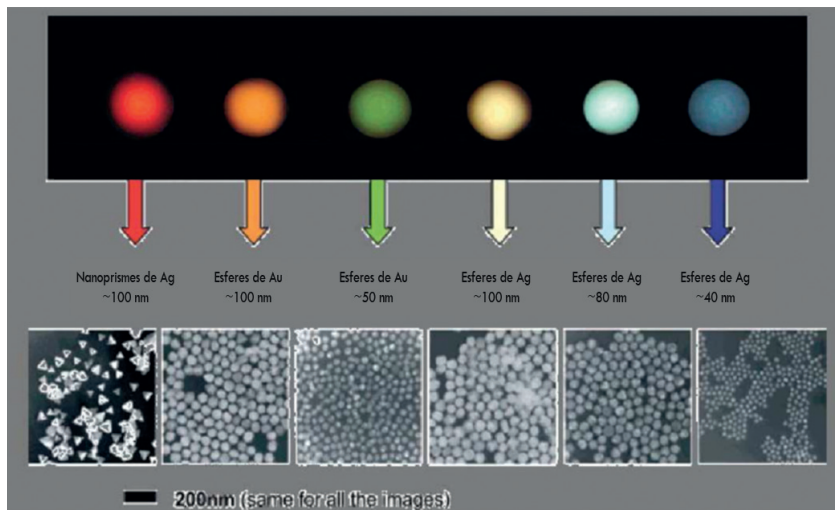


El reflex metàl·lic és causat per la presència de capes primes de nanopartícules de coure i plata embegudes en el vidriat. Aquestes capes tenen propietats òptiques peculiars que es van emprar amb fins decoratius, pels bells reflexos metàl·lics i per la iridescència que presenten.²



² Luster Pottery from the Thirteenth Century to the Sixteenth Century: A Nanostructured Thin Metallic Film. J. Pérez-Arantegui, J. Molera, A. Larrea, T. Pradell, M. Vendrell-Saz, I. Borgia, B. G. Brunetti, F. Cariati, P. Fermo, M. Mellini, A. Sgamellotti, C. Viti. *J. Am. Ceram. Soc.* 84 42– 46 (2001).

Propietats òptiques de les nanopartícules: Forma i mida



Molècules i sistemes d'interès biològic tenen dimensions nanomètriques. Les proteïnes tenen unes mides que van des d'1 a 100 nm. La mida dels virus oscil·la entre els 30 i 120 nm. Pel fet que els nanomaterials tenen la **mida adequada per a interaccionar amb proteïnes**, DNA, carbohidrats o cèl·lules, serà possible crear nous tipus de teràpies biomèdiques.

Avui en dia es realitza un gran esforç investigador a desenvolupar **futures teràpies contra el càncer** en les quals les nanopartícules serien les encarregades d'administrar el fàrmac directament a la cèl·lula tumoral. D'aquesta manera, les cèl·lules sanes es veurien poc afectades i, per tant, es minimitzarien els efectes secundaris de les actuals teràpies.

Però, a més, l'Any Internacional de la Química, coincideix amb el centenari del segon premi Nobel atorgat a **Maria Skłodowska**, Marie Curie, per les seues aportacions al desenvolupament de la química. Ja en 1903, amb el seu marit, Pierre Curie i Henri Becquerel, Marie va ser guardonada amb el premi Nobel de Física.

Una altra de les meues inquietuds en les meues tasques docents i investigadores és la necessitat de plasmar-hi la contribució que han fet nombroses dones al desenvolupament de la ciència en general i de la química en particular, la qual cosa és molt poc freqüent en l'entorn en el qual ens movem i inclús, en nombroses ocasions, objecte de bromes per alguns companys i companyes. No obstant això, faig meua, la resposta que Evelyn Fox Keller³ (biofísica matemàtica) va donar a un antic professor quan aquest va assabentar-se'n que estava treballant sobre gènere i ciència i li va demanar que li contara el que havia après sobre les dones, la seua contestació va ser: «(No n'estic aprenent menys dels homes que de les dones. Més encara, el que més aprenc és ciència)».

Si al llarg de la història ens fixem en les oportunitats de les dones, immediatament sorgeix un fet inqüestionable: les dones no mai han estat bé vistes en les institucions oficials de la ciència. Fins al segle XX, tret d'unes quantes privilegiades, van ser oficialment excloses d'universitats i institucions científiques. Al llarg del temps les oportunitats que les dones han tingut de participar en la ciència han canviat conforme ho feien les institucions del coneixement. En l'edat mitjana els convents van proporcionar un lloc important on les dones podien aconseguir algun aprenentatge. L'auge de les universitats europees, que va tindre lloc entre els segles XII i XV, va reduir les oportunitats de formació de les dones ja que, des dels seus començaments, estaven tancades per a elles. No obstant això, algunes dones excepcionals, principalment a Itàlia i Alemanya, van estudiar i van ensenyar en universitats des del segle XIII. Com a grup, no obstant això, no van ser formalment admeses en les universitats europees i americanes fins a finals del segle XIX.

En el cas espanyol, l'aïllament, l'endarreriment socioeconòmic i de potencial científic en general, estaven en la base de que tot, incloent-hi el procés d'incorporació de les dones a les carreres i a les institucions científiques, succeiria més tard en el temps, encara que potser també per això, amb menors

3 Evelyn Fox Keller, «Reflexiones sobre género y ciencia», trad. d'Ana Sánchez, Edicions Alfons el Magnànim, Institució Valenciana d'Estudis i Investigació, 1991.

resistències. Després de l'obertura de la universitat en condicions d'igualtat per a homes i dones, en 1910, caldria esperar encara uns anys, fins a finals dels anys 20 i principis de la dècada dels 30, perquè les dones aconseguiren la formació precisa i començaren a trepitjar l'arena de la investigació en determinats àmbits. No obstant això, al període de 1868 a 1936 se l'ha denominat l'Edat de Plata per la qualitat i el protagonisme dels intel·lectuals, científics, literats i artistes que en aquest van viure i que han estat tradicionalment classificats en tres generacions: la de 1898, la de 1914 i, finalment, la de 1927.

La Junta per a l'Ampliació d'Estudis i Investigacions Científiques (JAE), creada l'11 de gener de 1907, va suposar la primera experiència en l'ús dels recursos públics per a potenciar i renovar l'educació i la investigació a Espanya, fet que va donar lloc a la creació d'institucions com el Centre d'Estudis Històrics, diversos laboratoris i centres d'investigació científica, la Residència d'Estudiants, la Residència de Senyorettes –que va estar emplaçada en els locals que avui ocupa la Fundació Ortega y Gasset– o l'Institut Escola, que van tindre un gran protagonisme en l'eclosió cultural de l'època.

Noms de tots coneguts com Santiago Ramón y Cajal, Ramón Menéndez Pidal, Américo Castro, Tomás Navarro Tomás, Blas Cabrera, o José Ortega y Gasset, entre altres, van formar part d'aquestes institucions. No obstant això, dones també pertanyents a aquestes generacions com María de Maeztu, María Zambrano, María Moliner o Dorotea Barnés no han comptat amb el mateix reconeixement, a pesar de les seues contribucions en les distintes àrees del saber, i que les seues vides i obres van assentar els fonaments de l'accés de la dones al coneixement i a la igualtat social.

En el procés de canvi del paper social de les dones que es va operar en aquests anys, així com en l'accés d'elles a tots els nivells educatius va tindre un paper fonamental l'Institut Internacional, una institució nord-americana creada per a l'educació de les dones a Espanya, que va mantindre una estreta col·laboració amb la JAE i, especialment, amb la Residència de Senyorettes.

La Residència de Senyoretetes, creada també per la JAE en 1915, de manera anàloga a la més coneguda Residència d'Estudiants per a homes, va exercir un paper important en la vida dels primers nuclis de dones que, des de diversos llocs de la península, arribaven a Madrid per a realitzar estudis universitaris.

Cal ressaltar la constant col·laboració mantinguda entre la Residència i *l'International Institute for Girls in Spain*, per la incidència que tindrà en l'establiment de relacions amb alguns *colleges* americans femenins i, perquè una de les professores americanes que arriba a Espanya a dirigir l'Institut Internacional serà la fundadora del laboratori de química de la Residència de Senyoretetes. En 1920, Mary Louise Foster, lligada a l'Institut Internacional, va crear un laboratori per a les alumnes de la Residència de Senyoretetes.

Sens dubte, les cotes de desenvolupament de la química no s'hagueren assolit sense les valuosíssimes aportacions que nombroses dones han realitzat i continuen fent-ho. Vegem uns pocs noms que servisquen com a agraïment i reconeixement al conjunt:

- **Marie Curie (Varsòvia, 1867-Salanches (França), 1934)**

Junt amb Pierre Curie i Henri Becquerel, Marie va ser guardonada amb el premi Nobel de Física en 1903, «en reconeixement dels extraordinaris serveis rendits en les seues investigacions conjuntes sobre els fenòmens de la radiació descoberta per Henri Becquerel». Va ser la primera dona que va obtenir tal guardó. L'any 1911, va rebre el premi Nobel de química «en reconeixement dels seus serveis en l'avanç de la química pel descobriment dels elements radi i poloni, l'aïllament del radi i l'estudi de la naturalesa i compostos d'aquest element». Amb una actitud desinteressada, no va patentar el procés d'aïllament del radi, deixant-lo obert a la investigació de tota la comunitat científica. Marie Curie va ser la primera persona a qui se li van concedir dos premis Nobel en **dos àmbits diferents**. L'altra persona que ho ha obtingut fins al present és Linus Pauling (Química i Pau). El reconeixement a Linus Pauling pot servir, així mateix, per a visualitzar el paper dels científics i científiques en la seua lluita

per aconseguir un món més just i ple de pau. Si, per les seues investigacions relacionades amb l'estructura atòmica de les proteïnes el van fer mereixedor, en 1954, del premi Nobel de Química, l'any 1962, rep el premi Nobel de la Pau, en reconeixement a les seues campanyes en contra dels assajos amb armes nuclears i a favor del desarmament i la pau mundial.

- **Martina Casiano Mayor (Madrid, 1881-1958)**

La primera sòcia de la SEFQ, segons els llistats de socis inclosos en els Annals de la Societat, és Martina Casiano Mayor, que apareix per primera vegada en el mateix l'any 1912. Encara que nascuda a Madrid, gran part de la seua vida professional la desenvoluparà a Bilbao. En 1905 pren possessió de la plaça de mestra de l'escola pública elemental de xiquetes d'Horcajo de Santiago (Conca) on estaria poc de temps, perquè al juliol d'aqueix mateix any aconsegueix una plaça de professora en l'Escola Normal de Mestres de Biscaia. En 1908 és nomenada vocal de la Junta de Protecció a la Infància de Biscaia i, un any més tard, secretària de l'Escola Normal. Roman en ambdós càrrecs fins a octubre de 1911, any en el qual es trasllada a Madrid per a realitzar-hi un curs de química que li servirà com a preparació per a la seua eixida a l'estranger. Abans de concedir-li la JAE una beca per a investigar a Alemanya, li concedeixen una altra per a treballar, durant sis mesos, en el laboratori dirigit per José Casares, i és en aquest període, en concret el 4 de març de 1912, quan és admesa en la Reial Societat Espanyola de Física i Química.

Durant la seua estada a Madrid sol·licita de nou pensió per a Alemanya, i mostra un gran interès a enviar allí al nombre més gran de científics possible i incideix en la quantitat de coneixements nous que podrien portar-se al país sobre l'educació en la ciència. A Espanya *«produïm més homes de lletres que de ciències i la vida d'una nació no és possible sostindre-la d'aquesta manera»*, diu. *«No tenim laboratoris perquè no hi ha diners i seria necessari afegir, a vegades, que els pocs que n'hi ha no saben en què emprar-los, i d'ací resulta un cercle viciós del que no eixirem tan fàcilment: sense laboratoris no hi haurà científics i sense científics no hi haurà laboratoris»*. Aquestes reflexions poden, perfectament, aplicar-se en l'actualitat.

• **Dorotea Barnés González (Pamplona, 1904-2003)**

Filla de qui seria ministre d'Educació de la Segona República, Francisco Barnés, va estudiar a l'Institut Escola de Madrid i es va doctorar en Química en 1931. Assisteix als cursos impartits al laboratori de química de la Residència de Senyorettes, dirigida per María de Maeztu, i és becada, en 1929, per a estudiar química al Smith College, als EUA, i en 1930, a Yale. Investigadora de l'Institut Nacional de Física i Química, és responsable de la introducció de l'espectroscòpia Raman a Espanya. Catedràtica de Física i Química de l'Institut Lope de Vega de Madrid, la seua carrera científica, una de les més brillants d'una dona en la primera part del segle, va quedar truncada pel seu matrimoni («A mi em va retirar de la ciència el meu marit»), va declarar als 90 anys), i per la guerra civil, que la va portar a l'exili.

• **Rosa Sensat i Vila (El Masnou, 1873-Barcelona, 1961)**

Una senzilla i inquieta mestra, que va voler convertir les tasques domèstiques en motiu d'acostament a la ciència i ens va regalar un llibre, en el qual cada truc de cuina, cada truc de neteja, és utilitzat com a material didàctic exemplar:

1. La mantega que amb la sola energia dels foguers passa pels estats sòlid, líquid i gasós.
2. Una paellera a la intempèrie es rovella. Ací hi ha una reacció química: la humitat converteix el ferro en òxid de ferro.
3. Si li posem sulfurant, es neteja. Una altra reacció química: l'àcid es combina amb l'òxid i així se'n desprèn aqueixa crosta rogenca que havia malmès la nostra paellera. Caldrà assecar-la bé i untar-la d'oli, per a preservar-la del contacte amb la humitat i que no torne a espatllar-se.
4. Una taca d'òxid en el paviment ix amb un poc de sal i llima, una altra vegada una reacció química, semblant a la de la paellera, però menys agressiva.
5. Si el fons de la pica és d'acer inoxidable i us el taca algú amb un àcid (sulfurant, per exemple), tireu-li com més prompte millor sosa càustica, per a neutralitzar-ne l'efecte.
6. L'oli de les fregitel·les, amb sosa produeix sabó.

7. L'ou dur és el resultat de la coagulació de les proteïnes per efecte de la calor, no és un procés de solidificació com en el cas de la mantega líquida quan es refreda.
8. El bany Maria (de Maria la Jueva) permet coure a foc lentíssim. A ella li devem la recepta dels rics flams.

I un llarg etcètera que podeu gaudir en el seu llibre «Les ciències en la vida i en la llar» de l'editorial Alta Fulla.

Així, Rosa Sensat, no només va divulgar correctament la ciència, sinó que la va fer útil a la població femenina, la més desfavorida, culturalment, de la seua època. Amb accions com la seua, es faria més senzill i no excepcional el camí que va de les «olles al Nobel».

- **María Cegarra Salcedo, docent, química i poeta (La Unió, 1903 - Múrcia, 1993).**

La unionenca reconeixeria més tard que ella no va triar la química, però acabaria per enamorar-se d'aquesta. Per paradoxal que parega, conforme s'endinsava en l'ordre de les fórmules químiques més significat trobava la seua vida, confluint en el seu sentir més profund de la mà de la poesia.

Des de 1928, després de la mort del seu germà, sol·licita entrar a treballar, aconseguint una plaça com a interina a Cartagena. Descobreix la seua vocació per l'ensenyança, impartia classes al matí i a la vesprada en tres o quatre llocs distints.

Després de les penúries patides durant la guerra civil, rebria la llicenciatura de Ciències Químiques. Va crear el seu propi laboratori d'anàlisi de minerals. Aquesta faceta de María va despertar l'atenció de molts, en una època en la qual la dona no estudiava, tan sols es dedicava a les tasques de la llar.

La professió de María, com a educadora, es prolongarà durant 40 anys, sent professora de química a l'Escola de Pèrits Industrials i Mestratge de Cartagena i en altres centres de formació professional i batxillerat.

María Cegarra va mantindre una relació amb Miguel Hernández, el qual li va dedicar alguns sonets d'«El rayo que no cesa». Ella també li escrigué alguns poemes a Miguel.

- **Rita Levi-Montalcini (Torí, 1909)**

Va nèixer a Torí, Itàlia en 1909 i va obtenir la llicenciatura en Medicina doctorant-se en Neurocirurgia. Va obtenir el premi Nobel de Fisiologia o Medicina l'any 1986, que va compartir amb Stanley Cohen.

«El meu cervell amb quasi cent anys és millor que quan era jove»

«No mai he pensat en mi mateixa. Viure o morir és la mateixa cosa», explicava la premi Nobel de Medicina Rita Levi-Montalcini abans de ser investida doctora *honoris causa* per la Universitat Complutense de Madrid. «Perquè naturalment la vida no està en aquest xicotet cos. L'important és la manera en la qual hem viscut i el missatge que deixem. Això és el que ens sobreviu. Això és la immortalitat». En el paranimf de la universitat madrilenya es va viure a l'octubre del 2008 un moment d'excepció. La neuròloga centenària (el 22 d'abril del 2009 va complir els 100 anys), va regalar als assistents una lliçó de lucidesa intel·lectual, compromís social i un optimisme vital estretament lligat a una certa indiferència per la pròpia vida.

«L'important és la manera en la qual hem viscut i el missatge que deixem»

A més de la seua activitat científica, a la qual encara s'hi dedica, la científica italiana ocupa la resta del seu temps a combatre la pobresa, la fam i les epidèmies a través de la Fundació Rita Levi-Montalcini Onlus, creada amb la seua germana.

La seua fundació ha centrat la seua activitat a repartir més de 6.000 beques d'estudi a joves africanes per a contribuir a la formació cultural de les dones de països emergents, quelcom que Levi-Montalcini ha considerat fonamental per a «desactivar aquests processos de falta de llibertat».

Rita Levi-Montalcini es declara d'esquerres, laica i feminista i està incursa en la modernitat de l'era digital, però sent un rebuig visceral a certs assajos genètics. «Amb fins terapèutics, bé, però els xiquets a la carta, com volia Hitler, no mai!». Com, m'han ensenyat que és «de ben nascuts i nascudes ser agraïts i agraïdes», no vull acabar aquesta lliçó sense mencionar el nom d'Enrique Molés, farmacòleg, químic i físic espanyol, considerat el químic més rellevant de la ciència espanyola anterior a la guerra civil. Director de la Secció de Química-Física de l'Institut Nacional de Física i Química, va ser el membre de la societat

que més dones va presentar, 27 d'un total de 150 sòcies, un 18% del total. És important recordar no només a les grans investigadores i científiques oblidades, si no també a aquells homes que amb gestos com el d'Enrique Molés van ajudar a canviar en part el destí de moltes dones de l'època i amb això el destí de la dona científica en l'actualitat.

BIBLIOGRAFIA

EVELYN FOX KELLER: *Reflexiones sobre género y ciencia*, trad. d'Ana Sánchez, Institució Valenciana d'Estudis i Investigació, Edicions Alfons el Magnànim, 1991.

NÚRIA SOLSONA: *Mujeres científicas de todos los tiempos*, Madrid, Talasa, 1997

CARMEN MAGALLÓN: *Pioneras españolas en las ciencias. Las mujeres del Instituto Nacional de Física y Química*, Madrid, CSIC, 1998

CARMEN MAGALLÓN: *Dorotea Barnés González*, entrada en el *Diccionario Biográfico Español*, Real Academia de la Historia, 2005

EULALIA PÉREZ SEDEÑO (ed.): *Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 144, núm. 565, Monográfico Mujer y Ciencia. Arbor, 1993

TERESA ORTIZ GÓMEZ, GLORIA BECERRA CONDE, (eds.): *Mujeres de ciencias*, Granada, Universidad de Granada/Feminae, 1996

MARINA CRUZ RODRÍGUEZ, LUISA RUIZ HIGUERAS, (eds.): *Mujer y ciencia*, Jaén, Universidad de Jaén, 1999

TERESA ORTIZ GÓMEZ: *Las mujeres y la actividad científica en los siglos XIX-XX. En femenino plural*, Córdoba, Diputación Provincial, 1999.

Blog del Prof. Dr. Juan J. Iruin. Catedràtic de Química Física, Universitat del País Basc.

Gràcies, en especial a Pepe (el meu marit), a Ana (la meua filla), a la resta de la meua família, als i a les professionals de la sanitat pública per la seua tenacitat, formació, dedicació (per favor, Senyor President incrementeu les dotacions en el sector públic de sanitat, educació i investigació, són garantia del nostre futur), sense oblidar totes aquelles persones que, en un període de temps molt dur per a mi, m'han demostrat tot l'afecte que em tenen.



UNIVERSITAT
JAUME I