

d'especialització i, en cas de ser-ho, que es procuri no oblidar d'estructurar el treball mencionant els fonaments bàsics i no oblidant les generalitzacions. Necessitem treballs sobre l'ensenyament de la física i sobre l'aplicació de tècniques físiques en altres camps de la recerca, de la medicina, de la indústria, de les comunicacions, de les tècniques espacials, etc. Necessitem articles que permetin, en fi, descobrir nous horitzons a les promocions de físics en formació, objectiu bàsic de Jordi Porta i de Jaume Aranda, estimats companys que ens van deixar abans que sortís el primer número i per als quals la presentació que comentem va ser també un acte de record i d'homenatge.

Francesc Gacia Escapa
Antoni Roca Rosell

XV Jornades sobre recerca experimental en física i química

Txernóbil, 10 anys després

El 26 d'abril d'enguany es compliren deu anys de la tragèdia més greu ocorreguda en una central nuclear. L'impacte contaminant, com se sap, es va estendre pel centre i el nord d'Europa i es va manifestar també a les nostres latituds, fet que va motivar que el tema de les VI Jornades de la UCE de 1987 fos informar sobre l'impacte produït als Països Catalans i debatre-ho. L'aniversari, doncs, no ens podia passar desapercebut tenint en compte que la majoria de ponents d'aleshores havien continuat estudiant i participant en les recerques mèdiques, d'enginyeria i de medi ambient que, en l'àmbit mundial, Txernóbil ha generat.

Els aspectes científics i tècnics que van originar la catàstrofe del quart reactor de la central els va tractar Xavier Ortega, professor del Departament de Física i Enginyeria Nuclear de la Universitat Politècnica de Catalunya i Director de l'Institut de Tècniques Energètiques, a partir de la descripció del tipus de reactor RBMK-1000 que tenia la central de Txernóbil, i del qual la tecnologia nuclear soviètica estava tan orgullosa.

La confiança en la seguretat d'aquests reactors explica l'enorme concentració nuclear que representa el *lay-out* de la central de Txernóbil, amb els reactors compartimentats amb gruixudes parets d'acer i ciment, però mancats de cúpula de contenció de vapor i de circuit secundari de vapor per a les turbines.

Una prova que consistia a aprofitar la calor latent del nucli va ser la causa desencadenant de l'accident. L'entrada en fase crítica d'una petita part del nucli va

provocar una explosió atòmica puntual. La manca de cúpula de contenció de vapor va provocar l'expansió de l'aigua a pressió, l'enorme calor generada va descompondre aquesta aigua i va provocar l'incendi del nucli de grafit. En conjunt, foren una successió de fets que s'esdevingueren amb gran celeritat, probablement en una fracció de minut.

Els quinze dies de duració de l'incendi van representar un fet contaminant tan excepcional, tan enorme, que cal qualificar-lo d'impacte ambiental únic i esperem que irrepetible, ens deia Gemma Rauret, professora del Departament de Química Analítica de la UB, en la seva exposició. Cal tenir en compte que la difusió de les partícules radioactives generades, primer pel vapor i després per l'incendi del grafit, i per l'aigua i les substàncies abocades per apagar-lo, es va veure afavorida per les condicions meteorològiques que aquells dies feien bufar vent del sud.

L'accident de Txernóbil, central situada al nord de Kíev prop de la frontera d'Ucraïna amb Bielorússia, va contaminar molt intensament una zona d'un radi de 30 km al voltant de la central. Tanmateix, la presència de vent va provocar a la república veïna la contaminació del 2/3 de la seva superfície i afectà el 30% de la població, generant un problema tan greu que encara avui, després de deu anys, el cost del tractament de descontaminació i d'atenció als afectats impedeix que Bielorússia pugui dedicar-se a una altra activitat que no sigui la de combatre els efectes causats per la catàstrofe.

L'accident es va produir en plena *glasnost*, que va precedir l'esfondrament de l'URSS. La comunitat internacional es va abocar a col·laborar-hi, però no és fins el 1991 que la Unió Europea planteja dos programes, dedicats respectivament als aspectes ambientals i sanitaris, que faciliten el treball conjunt dels científics de l'Est i de l'Oest.

Els programes de protecció ambiental són els que se centren en la contaminació de superfícies, contaminació de productes agrícoles, transport de contaminació per rius i medis aquàtics, masses d'aigua, processos de descontaminació de boscos, i influència de la contaminació sobre els animals i els sistemes d'explotació agrícola. És en aquests programes que Gemma Rauret col·labora, estudiant com afecta a la dosi de radiació la interacció entre la radiació i el medi ambient, i establint metodologies per reduir-la i, en cas que sigui possible, restaurar-la al valor recomanat i ecològic.

Previ a tots aquests treballs, per fer possible l'entesa s'han hagut d'unificar criteris i harmonitzar unitats, a causa dels llargs anys d'incomunicació entre els científics dels dos blocs ideològics. Finalment s'ha establert una bona entesa i diverses accions han mostrat un relatiu èxit en la disminució de les contaminacions provocades per la pols radioactiva. A les zones urbanes, la neteja de parets amb sistemes abrasius i el canvi de superfícies

com ara teulades, graves i sòls, han significat reduccions de la radiació de l'ordre del 15 al 30%. Molt altrament és el cas de les zones boscoses, on la presència de fulles té un efecte multiplicador de la superfície ocupada per la projecció de l'arbre. En els boscos de pins l'eliminació de pinassa només ha provocat una reducció del 7%, i és permanent el perill de tornar a contaminar que provocarien els incendis forestals, els fums i les cendres dels quals difondrien la pols radioactiva que el vent podria tornar a escampar. Els boscos i els prats són els ecosistemes que han acumulat les deposicions contaminants més importants i les que més s'han mantingut. El costum de la societat ucraïnesa de servir-se, molt més que nosaltres, dels fruits del bosc, de la caça i dels bolets, posa la població en permanent perill de contaminació amb Cs^{137} , cosa que demostra que hi ha una relació entre les dosis de radiació a la població i la ingestió de bolets.

La construcció de dics i trinxeres de contenció al riu Pripiat, que és el que recull les aigües pròximes a la central i, per tant, les que circulen per la zona més contaminada, ha permès provocar sedimentacions i protegir les aigües del Dnièper i dels embassaments que subministren aigua potable a 9 milions de persones. Tot i així, l'arrelada afecció a la pesca fluvial fa que la ingestió de peix sigui també una altra font d'increment de la dosi de radiació a la població.

La llet és, després de l'aigua, l'element que presenta un grau de contaminació més alt i, en conseqüència, és la culpable de la contaminació de persones i animals. Tant en els peixos com en els altres animals s'ha comprovat que una dieta rica en potassi, –a les vaques se'ls dona blau de Prússia– afavoreix la substitució del Cs pel K. Aquestes mesures, però, no són sempre fàcils d'aplicar. La població urbana, que es proveeix de queviures procedents de granges collectives, és la més afavorida per les mesures que es van prenent, i totes les gestions posen de manifest aquest avenç. La comunitat rural, per contra, i molt especialment les explotacions privades puntuals i els sistemes forestals són els més difícils de millorar.

Maria Cinta Roca, del Departament de Biologia Vegetal de la UB, que col·labora amb Gemma Rauret en els aspectes de la contaminació vegetal, ens amplià els treballs portats a terme parlant-nos de la transferència sòl-planta quan s'esdevé la modificació del medi ambient.

Andreu Pujol del Pozo, metge de l'Hospital Joan XXIII de Tarragona, tractà de manera extensa com han evolucionat els aspectes sanitaris referents al tractament d'un accidentat per radiació. Una primera conclusió ja es pot afirmar, sobretot perquè el pas del temps pot emascarar els resultats, i és que en el collectiu d'afectats per la contaminació radioactiva de Txernóbil han aparegut menys casos de càncer dels que en principi es temien.

Les categories d'irradiació i les seves conseqüències vénen donades per la taula següent:

1,8 mSv/any	radiació natural o fisiològica
5,2 mSv/any	dosi de l'individu públic
50,0 mSv/any	dosi límit per als professionals
250,0 mSv/any	sense patologia fisiològica o clínica
500 mSv/24h	inici de radiotoxicitat
6.000 mSv/24h	mort segura en 14 dies
30.000 mSv/24h	mort imminent

Fins a 100.000 vegades la dosi fisiològica, es pot afirmar que hi ha un tractament clínic conegut. Una dosi 1.400.000 vegades més gran, la contaminació és letal.

El tractament dels grans irradiats es va realitzar a les dependències especials d'un hospital de Moscou. És a dir, Ucraïna, amb 16 centrals nuclears, no disposava, i potser encara no disposa, d'un centre especialitzat en el tractament de grans irradiats. El mateix podem dir de Catalunya, que en cas de necessitat hauria d'enviar els afectats a un hospital de Madrid. La millor instal·lació de Catalunya és la de Vandellòs 2. És allí on un equip d'especialistes assaja regularment el programa d'emergència que es posaria en marxa en cas d'accident a qualsevol de les dues centrals nuclears de Tarragona.

Si la utilització pacífica de l'energia nuclear ha arribat a produir un accident de conseqüències comparables a les de les primeres bombes atòmiques, és alligador conèixer l'oposició del món científic a la utilització bèl·lica de l'arma nuclear, des dels temps de les proves de Los Alamos i el projecte Manhattan fins als assajos francesos de la l'atolló de Mururoa, el 1996. Aquesta va ser l'aportació del professor Enric Casassas, que ens parlà de la manera més amical i planera del seu mestratge, dels "Moviments de científics en front dels perills de l'energia nuclear". Una història dels últims cinquanta anys durant els quals els científics més il·lustres tenen un paper rellevant, finalment reconegut amb l'atorgament del premi Nobel de la pau de 1995 a Joseph Rotblat, un opositor pioner, i al seu moviment Pugwash.

Finalment, a la taula rodona es van comentar diversos aspectes dels fets de Txernóbil: l'enorme quantitat de material que es va abocar sobre el nucli del reactor, un total de 16.000 tones compostes de carbur de bor, terres dolomítics, argiles i sorra, plom, i polímers líquids; i l'extraordinari esforç que va significar per als tècnics, treballadors i soldats de l'exèrcit soviètic portar-ho a terme, la majoria dels quals van morir abans d'un any. També es va parlar de la necessitat de l'existència de les centrals nuclears, tema difícil d'escatir mentre l'energia de fusió encara no estigui a l'abast per a la seva utilització tecnològica i les centrals tèrmiques puguin ser un problema per les seves emanacions de CO_2 .

Els assistents, entre els quals hi havia Antoni Giró, director general de Recerca de la Generalitat de Catalunya i president de la Societat Catalana de Física, or-

ganitzadora de les Jornades, van fer constar la validesa, encara, del manifest signat a les Jornades de Prada de 1987 que trobareu publicat al *Butlletí de les Societats Catalanes de Física, Química, Matemàtiques i Tecnologia* corresponent a les Jornades de l'UCE de 1987.

Núria Ferrer
Francesc Gacia

L'ensenyament de física a debat

Facultat de Física. Sant Albert

Aquest fou estat un debat sobre l'ensenyament de física que va organitzar la Facultat el dia de Sant Albert de 1996. L'acte fou apadrinat per la Divisió III de la UB, amb la presència del seu president, Dr. Claudi Mans, qui després d'una breu salutació es va asseure entre el públic assistent, format per unes cent persones, entre professors i alumnes de la Facultat. L'acte intentà ser un primer debat d'un procés de reflexió al voltant del funcionament i la revisió del Pla d'estudis, vigent des de fa quatre anys.

El problema presenta diversos aspectes a tenir en compte: què esperen de la universitat la societat i les seves institucions quan paguen perquè formi titulats en física?, què n'espera la indústria?, què és el que des de la mateixa facultat es pensa que ha de ser un físic?, com arriben els estudiants a la facultat? etc. Per aquesta raó, en aquest primer debat s'han escollit tres ponents per la seva relació amb alguns d'aquests aspectes: el Dr. Francesc Serra, director del Centre Nacional de Microelectrònica, el Dr. Antoni Giró Roca, director general de Recerca i vicepresident de la CIRIT i el Sr. Francesc Vidal Pla, inspector d'Ensenyament.

La presentació de l'acte i dels components de la mesa va córrer a càrrec del degà, Dr. Rolf Tarrach, qui va exposar la intenció del debat i l'objectiu que la Facultat s'hauria de posar en abordar la revisió del Pla d'estudis. Va fer una reflexió sobre el requeriment de *qualitat*, terme actualment tan usat, i sobre els diversos significats que cadascú li atribueix.

Francesc Serra (F.S.) va encetar la seva intervenció amb una reflexió històrica, basada en la seva experiència personal, sobre el fet que algunes disciplines que actualment són enginyeries, com ara el control, l'automàtica, la informàtica o la pròpia electrònica, van ser iniciades en el nostre entorn per titulats en física.

Una qüestió important en plantejar la relació entre l'ensenyament de física i la indústria és: què vol un empresari quan contracta un físic? Segons ell, l'industrial no busca una persona amb uns coneixements específics,

sinó la formació generalista del físic i una actitud oberta per afrontar problemes nous. En conseqüència, F. S. és contrari a l'especialització durant la llicenciatura, que en tot cas s'hauria de deixar per al tercer cicle.

Antoni Giró (A.G.) començà la seva intervenció recomanant que la revisió del Pla d'estudis prevegi la formació dels estudiants en arribar a la facultat, en particular pensant en l'ensenyament secundari reformat. I recomanà també que el disseny de la carrera es faci de manera que, durant el primer any, l'alumne pugui copsar les seves possibilitats d'èxit i que no es trobi amb una *cursa d'obstacles* que s'allarga durant tota la llicenciatura. Un mecanisme de *filtre curt* evita els casos d'abandó tardà, i això és beneficiós tant per a la universitat, que no inverteix recursos públics en va, com per al propi estudiant, que no perd uns anys a la facultat abans de veure's obligat a abandonar. L'experiència de la UPC, en què la fase selectiva dura un quadrimestre per als ensenyaments de cicle curt i dos per als de cicle llarg, mostra l'efecte de la disminució de la durada real de les carreres.

Pel que fa al desenvolupament de la professió, va suggerir buscar terrenys encara verges perquè l'enginyeria no hi ha entrat, com ara l'acústica, la meteorologia i predicció del temps, etc.

Des del seu càrrec de director general de la Recerca, una de les seves esperances és que la iniciativa individual faci néixer petites empreses de consultoria i d'innovació puntera que, per la pròpia naturalesa del negoci, facin recerca. Això requereix un cert esperit empresarial per part dels titulats en física i, alhora, una gran capacitat d'adaptació, per a la qual cosa és fonamental una bona formació interdisciplinària.

En la seva intervenció, Francesc Vidal (F.V.) va incidir en la discussió *generalisme versus especialització*, sense entrar a valorar què és millor. Segons ell, a vegades es desqualifica el primer assimilant-lo a inèrcia i conformisme amb plans anteriors, en lloc de reconèixer-ne el valor formatiu i la importància per englobar coneixements i perspectives físiques més modernes.

D'altra banda, la mateixa facultat comporta una tendència forta a l'especialització, a la qual contribueixen tant l'interès dels professors a "portar l'aigua al seu molí", com la pressa dels estudiants per "anar al gra" i deixar de banda allò que els distreu del seu objectiu principal.

Pel que fa a l'ensenyament secundari, va opinar que la situació dels coneixements en física canviarà. Actualment, en una matèria com les matemàtiques, el nivell dels alumnes en acabar el COU és el que s'espera que tinguin, cosa que no passa amb la física.

Pel que fa a la formació experimental de l'alumne en acabar la secundària, constatà que és pràcticament nul·la, per tal com la física del COU no va dirigida exclusivament a futurs físics. El fet que en el nou batxil-