

**ELS EQUIPAMENTS
DE LA RECERCA,**

A CÀRREC DE

RAMON PASCUAL,

PROFESSOR DEL DEPARTAMENT

DE FÍSICA DE LA UNIVERSITAT

AUTÒNOMA DE BARCELONA.

18 DE MARÇ DE 2004

Tradicionalment el progrés del coneixement era una qüestió individual, que feien persones riques o ben protegides per mecenes o per monarques. Moltes vegades el progrés del coneixement va estar relacionat amb les institucions de l'Església. Així és com Catalunya i Espanya van ajudar a introduir els coneixements grecs i àrabs a l'Europa occidental. La feina feta per l'Escola de Traductors de Toledo o els escriptors de monestirs com Ripoll en són bons exemples.

Sovint els savis, els que utilitzaven el mètode científic originat en Galileu, s'agrupaven al voltant de «societats sàvies» que constituïen fòrums de discussió i de vegades fomentaven expedicions o iniciatives. Bons exemples en són les acadèmies i les societats, sovint reials. A partir de l'italiana Acadèmia de Lincei (creada el 1603) el model es va anar propagant i podem esmentar la Royal Society (creada el 1660) o l'Acadèmia de París (creada el 1699 per Lluís XIV). A casa nostra, les més antigues són la Reial Acadèmia de Bones Lletres (creada el 1700 com a Acadèmia dels Desconfiats), l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (creada el 1764 com a Conferència Fisicomatemàtica Experimental), la Reial Acadèmia de Medicina de Barcelona (creada el 1770 com a Acadèmia Medicopràctica). Encara més tard, el 1847, es va crear la Reial Acadèmia de Ciències Exactes, Físiques i Naturals de Madrid

Bon exemple d'iniciatives acadèmiques va ser la que va prendre el 27 d'octubre de 1790 l'Acadèmia de Ciències de París d'establir el sistema mètric decimal i de prendre com a base de les mesures de longitud el quadrant del meridià, de la Terra, que es va obtenir mesurant amb precisió l'arc de meridià entre Dunkerque i Barcelona i que va portar a l'astrònom Pierre Méchain a casa nostra. La iniciativa d'establir un sistema de mesures que avui en diríem *global* es pot

considerar que va obrir un camí cap a la universalitat de la ciència.

A finals del segle XIX hi havia una sensació que la ciència estava quasi bé acabada i que sols quedaven per resoldre uns quants problemes que ja estaven encarrilats. Sortosament es tractava d'una sensació il·lusòria que aviat s'esvaï en produir-se les revolucions científiques de l'inici del segle XX, especialment la teoria de la relativitat d'Einstein i la teoria dels quanta de Planck.

Aquest va ser el moment en què la ciència es va començar a institucionalitzar i els distints governs van anar posant les bases de les seves polítiques científiques en veure que dels coneixements dels savis se'n podien treure beneficis i impostos, com passava, per exemple, amb les màquines de vapor, o les aplicacions de l'electromagnetisme. A mesura que els coneixements científics influïen en els avenços tecnològics que permetien un major benestar social i que el temps que passava entre el descobriment i l'aplicació era cada vegada més curt, els països més avançats van anar incrementant el pes de les seves polítiques científiques i dels pressupostos destinats a la ciència i la tecnologia (CiT). Les bombes nuclears, i altres progressos com el radar, van donar gran prestigi a la recerca científica i tècnica i van contribuir a aquesta situació fins arribar al moment present en què, essencialment a partir de la fi de la Segona Guerra Mundial, els països avançats tenen pressupostos de CiT de prop del 2 % del seu producte interior brut (PIB).

Són bastant simultànies, principis del segle XX, les creacions de la Junta d'Ampliació d'Estudis, el Consell Nacional de la Recerca Científica (CNRS) a França i l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), que ja no són una simple suma d'estudiosos, sinó que comencen a promoure la realització de la recerca. També ho són els seus equivalents als Estats Units d'Amèrica (EUA): l'Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT)

(1860), i la versió a la costa oest, l'Institut de Tecnologia de Califòrnia (Caltech) (1891).

PANORAMA ACTUAL A CATALUNYA

Com ja hem dit, Enric Prat de la Riba creà, el 1907, l'Institut d'Estudis Catalans, idea modesta en principi, però que s'anà estenent i que, a més, estava en consonància amb el que passava en el nostre entorn cultural: a Espanya naixia la Junta d'Ampliació d'Estudis, embrió del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC). Probablement, a causa de les polítiques dels anys anteriors a la guerra civil, l'IEC no arribà a tenir el desenvolupament que Prat de la Riba havia imaginat.

110

La universitat catalana tampoc es va caracteritzar per la seva activitat científica, de manera que l'escassa ciència es feia fora de la universitat. Ni tan sols la Universitat de Barcelona en els anys d'autonomia va ser gaire activa. Per exemple, es pot observar que la paraula *recerca* ni tan sols surt als seus estatuts, si bé sí que la trobem als anuaris de la Facultat de Ciències com una de les «finalitats» de la Facultat. El repàs dels programes de les assignatures tampoc permeten endevinar una inquietud de creació científica generalitzada; com a exemple, no apareix cap referència a la relativitat restringida d'Einstein establerta, des del 1905, ni a d'altres teories modernes.

Una altra dada ens la dona la publicació de les Conferències sobre la Universitat de Barcelona organitzades per l'Associació Professional d'Estudiants de Dret, l'any 1935. No trobem cap conferència dedicada a la recerca i, en la seva conferència, Puig i Cadafalch reconeix que «la universitat, col·lectivament, no publica». Fins i tot en la seva conferència-balanç Pompeu Fabra no fa cap referència a la recerca

feta a la universitat. La única referència és la de Josep Xirau que diu a què «ha d'aspirar tota universitat» i cita «òrgan de cultura, formació de noves promocions», i diu més endavant que la universitat «és investigació i creació». Afegeix explícitament: «La universitat és òrgan de creació científica.» Des de l'òptica catalana s'haurà d'esperar als plantejaments del Congrés de Cultura Catalana i del Tercer Congrés Universitari Català que l'any 1978 va dedicar una de les seves dotze ponències a «La recerca a la universitat». Les actes del congrés reflecteixen una voluntat de bastir una política investigadora catalana.

La dictadura franquista no millorà la situació de la universitat, sinó que la retornà a una situació d'uniformisme sotmetent-la a una nul·la política científica que va dur pràcticament fins al final. Pensem només que calgué esperar als anys 60 perquè s'establís un petit Fons d'Ajuda a la Investigació. D'altra banda, a partir de 1939 l'IEC entrà en una fase de clandestinitat que l'impedí evolucionar tal com feren les institucions semblants d'altres països que passaren d'un model d'acadèmia a uns autèntics centres de recerca. El seu paper va ser ocupat pel CSIC (la presència del qual sempre ha estat molt centralitzada a Madrid) i posteriorment per les universitats, que començaren a acollir i acullen, actualment, la major part de la recerca catalana i que, lentament i amb molts esforços, anaren generant un cert ambient d'investigació.

El sistema català actual de ciència i tecnologia està integrat, essencialment, per onze universitats: set públiques, quatre privades i una oberta, amb els seus centres de recerca participats, moltes vegades potenciats, des de la Generalitat, com passa amb els vint-i-cinc centres inclosos a l'ACER;¹ per

1. Els centres de l'ACER són: el Centre d'Estudis Demogràfics, l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica, el Centre de Recerca en Economia Internacional, el Centre de Recerca Matemàtica, l'Institut Català

la xarxa de centres vinculats al Servei Català de la Salut; pels centres de recerca públics de l'administració autonòmica, l'Institut de Recerca i Tecnologia Alimentàries (IRTA), el Laboratori General d'Assaigs i Investigació (LGAi), l'Institut d'Investigació Aplicada de l'Automòbil (IDIADA) i les accions de foment de la recerca i del desenvolupament industrial dutes a terme pel Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM); pels organismes públics d'investigació de titularitat estatal: catorze centres i instituts del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC), que s'ocupen pràcticament de totes les branques del saber però que són només el 10 % del total de la institució; i pels departaments de R+D+I de les empreses, actives, principalment, en sectors com l'automobilístic, l'alimentari o el químicofarmacèutic.

També hi ha un seguit d'entitats o d'estructures que treballen en diversos entorns (científic, tecnològic, productiu i financer) i que tenen com a últim objectiu promoure el transvasament dels resultats de la recerca i facilitar la implantació d'innovacions tecnològiques en el sector producció.

d'Investigació Química, l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya, l'Institut de Ciències Fotòniques, l'Institut de Física d'Altes Energies (IFAE), el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), el Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA), el Centre de Regulació Genòmica, l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), el Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE), el Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC), el Centre de Visió per Computador (CVC), l'Institut de Geomàtica, la Fundació August Pi i Sunyer, la Fundació per a la Recerca Biomèdica Germans Trias i Pujol, l'Institut Català d'Oncologia (ICO), l'Institut Català de Ciències Cardiovasculars, l'Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (IDIBAPS), l'Institut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM), l'Institut de Recerca Hospital Universitari Vall d'Hebron, l'Institut de Recerca de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, el Laboratori de Llum de Sincrotró. També cal assenyalar que no hi són tots: per exemple, no hi ha l'Institut Universitari Parc Taulí, que té una apreciable recerca en ciències de la salut.

tiu. En aquest sentit, cal assenyalar l'activitat de les oficines de transferència de tecnologia de les diverses universitats, els centres de serveis tècnics, de formació i d'assessorament, els parcs científics i tecnològics, les entitats de capital risc, les empreses de *spin off* o altres institucions de suport genèric a la recerca, com ara la Fundació Catalana per a la Recerca.

La recerca catalana està en una situació intermèdia entre l'estat espanyol i la resta d'estats de la Unió Europea. Així, la despesa catalana en R+D, que presenta una neta tendència ascendent, s'ha doblat en els darrers deu anys, arribant, segons les dades de l'Institut Nacional d'Estadística (INE), per al 1998, als 1.082 M€, Aquesta xifra equival a l'1.1% del PIB català, una dada superior a la mitjana espanyola (0,9%), però sensiblement inferior a la mitjana europea (1.8%). Les darreres dades de l'INE, encara provisionals, eleven la dada catalana del 2002 fins a l'1.27%, i l'espanyola a l'1.03%, que equival a 7.193 M€.

El sector públic aporta, aproximadament, un terç dels recursos totals invertits en R+D, i el sector privat finança, aproximadament, dos terços de la despesa total, segons les dades de l'INE. Els fons del sector públic provenen, fonamentalment, de la Unió Europea, de l'administració de l'Estat, a través dels Planes Nacionales, i del finançament dels centres del CSIC, de l'administració autonòmica i dels ens locals. La proporció de participació del sector privat és bastant diferent al de la corresponent dada a Espanya, on l'aportació privada no supera el 55% a pesar del tractament fiscal favorable que s'ha establert els darrers anys.

Pel que fa al finançament privat, cal destacar, però que, segons les dades de l'INE, entre 1993 i 1995 les despeses de les empreses en activitats de R+D ascendiren a prop dels 901 M€. Aquesta data suposa més del 26% de la despesa total de les empreses espanyoles. La recerca de les empreses es concentra en empreses mitjanes (entre cent i mil treballadors), amb

un 51 % del total de la inversió i en les empreses amb més de mil treballadors, que concentren prop del 30 % del total. Per sectors, la major part de la despesa es realitza a la indústria química (35 %) i a la indústria automobilística (21 %).

El nombre de persones dedicades a la recerca, sumant investigadors i personal de suport, ha ascendit, sense interrupció, fins a superar els vint mil l'any 1998. Això suposa l'existència de 3,6 investigadors per cada mil habitants de població activa, una dada superior a la mitjana d'alguns països europeus (Espanya, Itàlia), però que encara és lluny de les mitjanes europees.

Pel que fa als resultats de la producció científica —en forma d'articles o de patents enregistrades— les dades de l'Institut per a la Investigació Científica de Filadèlfia (ISI) atorguen a Catalunya prop de cinc mil articles per al 1997. Aquesta data suposa un 0,4 articles per recercador, magnitud que supera les dades d'alguns països europeus com ara Dinamarca (0,39), Suècia (0,37) o Itàlia (0,36). Les dades de sol·licituds de registre de patents són, en canvi, menys favorables. La situació a Catalunya és semblant a la del seu context, l'Estat espanyol, on el nombre de sol·licituds per part dels residents al país és del 3 %, notablement inferior a les sol·licituds efectuades pels no residents.

En general, Catalunya té una participació important en els plans espanyols de recerca: 21,6 % del total en el primer i 23 % del total en el segon. També ho és la corresponent a les accions d'impuls de les actuacions de R+D+I de l'actual Ministeri de Ciència i Tecnologia (MCT) i del Centre de Desenvolupament Tecnològic i Industrial (CDTI) que suposa, aproximadament, el 31 % del total finançat.

En sanitat, per posar alguna dada, diguem que a la darrera resolució de la convocatòria de xarxes de centres i de grups del Ministeri de Sanitat, Catalunya ha tret un 37 % de les concessions de centres, un 29 % dels grups i un 33,3 % del total.

Finalment, l'última instància política implicada en la promoció d'activitats de R+D és la Unió Europea (UE), les actuacions de la qual s'han canalitzat a través del FEDER i dels programes marc. Pel que fa a la participació del FEDER, en accions destinades al cofinançament d'infraestructures i projectes de recerca a Catalunya, la xifra ha ascendit a +0 M€. la qual cosa suposa una mitjana anual de prop de 3.6 M€. I en els diversos programes marc de la UE, en el període de vigència del III Programa Marc (1990-1994), Catalunya rebé un 18 % dels fons retornats a Espanya. En el període de vigència del IV Programa Marc (1994-1998) ha rebut un 20 % dels fons retornats.

Per acabar, uns quants comentaris addicionals. En primer lloc, cal dir que per operar en un entorn competitiu com és Europa, els nostres grups de recerca encara estan massa atomitzats, encara que no estan molt mal finançats: tenim menys recursos que els altres països de la UE però som menys investigadors, de manera que, globalment, els grups estan relativament ben finançats. Una segona característica dels nostres laboratoris és la manca d'instrumentació (és més fàcil comprar claus en mà). En tercer lloc, Catalunya, no pot suportar tantes universitats que siguin de qualitat «en tot» i que donin títols de doctor en tot: és un problema que compartim amb Espanya i Europa i que algú haurà de posar sobre la taula. Recentment, hem vist llistes de les millors universitats del món en les quals els primers llocs hi havia universitats dels EUA, i entre les millors només n'hi havia alguna de britànica. La primera alemanya venia bastant avall. Tots sabem que els rànquings no ho són tot, però són moltes les veus que afirmen que el gap entre Europa i els EUA s'està engrandint i el mateix primer ministre alemany ha dit que caldrà fer alguna Harvard a Alemanya.

I afegim que, a pesar de tot, tenim algunes raons per a ser optimistes. En primer lloc, mai com ara la importància de

la R+D ha estat tan àmpliament reconeguda per moltes capes amples de la societat. Segon, tenim davant nostre un escenari de creixement: algun dia, en cinc o quinze anys, arribarem a la mitjana europea del 2 % del PIB (o al 3 % si ens creiem la declaració de Lisboa). Això vol dir que creixerem, cosa que no passa en altres països i ens dóna un cert avantatge.

CARACTERÍSTIQUES DE LA CiT

Entre les característiques essencials de la ciència moderna i de les polítiques científiques dels països avançats podríem assenyalar les següents. L'estreta relació existent entre la ciència bàsica, la tecnologia i el progrés, de manera que les tres coses progressen de manera harmònica i és cada vegada més curt el temps que passa entre un descobriment bàsic i les seves aplicacions. Com exemple podem assenyalar el descobriment del làser, fet cap a l'any 1960, i que en aquest moment permet animar les discoteques, fer intervencions quirúrgiques o fer les millors reproduccions musicals. O el cas del transistor que, des de l'any 1950, ha evolucionat fins a escales molt elevades d'integració en els xips dels ordinadors personals que s'estenen per tot arreu.

Un altra característica de la ciència moderna és l'ampliació dels seus àmbits i la corresponent especialització dels científics. Ja estem cada vegada més lluny d'aquells savis universals que van ser Ramon Llull o d'alguns personatges renaixentistes, i cada vegada és més sorprenent trobar bons científics amb interessos pluridisciplinaris. Junt amb aquesta especialització creixent trobem una internacionalització cada vegada més gran de la xarxa d'investigadors que, en treballar cada vegada menys de manera individual, han de formar part d'equips i han d'estar en estret contacte amb els col·legues d'altres països interessats en els mateixos problemes.

El creixement del nombre de components dels equips de treball és una conseqüència del creixement de la mida, la complexitat i el cost dels instruments científics que moltes vegades condueixen a la internacionalització. La complexitat i el cost obliga moltes vegades a la cooperació internacional per a poder disposar del que és necessari per a poder fer un treball interessant i competitiu. I és aquesta la característica a la qual vull dedicar la resta de la meua conferència.

LES GRANS INSTAL·LACIONS

Segons la UE, el terme *gran instal·lació* (GI, *large-scale facility*) es refereix a una instal·lació, que és única o rara a Europa, les inversions o els costos de funcionament de la qual són relativament elevats en relació amb els costos usuals en el camp que es tracti i la importància per a la recerca de la qual justifica un esforç substancial a nivell comunitari amb vista a eixamplar o millorar l'accés dels investigadors a la instal·lació. A més ha d'existir una infraestructura científica, tècnica i logística ben establerta per acollir i ajudar els investigadors externs. També es pot considerar una GI un grup més petit d'equipaments complementaris localitzats al mateix lloc si el conjunt del grup té característiques equivalents.

Segons el Comitè Assessor de Grans Instal·lacions Científiques (CAGIC) de l'MCT, la importància de les GI es deu al seu paper com a:

- catalitzadors de la recerca científica i tecnològica;
- catalitzadors del desenvolupament tecnològic en àrees d'avantguarda;
- catalitzadors de la cooperació internacional;
- instruments per a reforçar la cohesió tecnològica i científica territorial.

De fet, la primera GI europea va ser el CERN. La idea original del CERN va sorgir a la Conferència Cultural Europea de Lausana de 1949 i a l'Assemblea General de la UNESCO de Florència de 1950, en la qual la idea va ser concretada pel físic nord-americà Isidor Isaac Rabi. Després d'un llarg període de negociacions es va ratificar la convenció el 1954 i, al cap d'un temps es va posar la primera pedra al municipi de Meyrin, prop de Ginebra. Cal remarcar que l'inici de la col·laboració científica coincideix amb el naixement de la Comunitat Europea del Carbó i de l'Acer i la signatura del Tractat de Roma.

Actualment les GI europees s'agrupen en l'EIROforum², una iniciativa de la Fundació Europea de la Ciència que es va signar a Brussel·les el 12 de novembre de 2002 pels set directors de les Organitzacions de Recerca Europea Inter-governamental, com un bon exemple del que es vol que sigui l'Àrea de Recerca Europea (ERA).

La taula següent ens indica el percentatge de participació i la quota d'Espanya a aquestes GI europees (any 2002, en k€) i el seu pressupost total (en M€).

TAULA 1

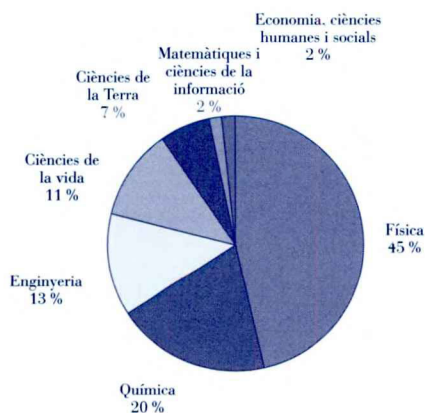
	<i>Percentatge</i>	<i>k€</i>	<i>M€</i>
CERN	6.89	43.745	602
EMBL	6.60	3.090	73
ESRF	4	2.520	70
ESA		117.200	2.272
ILL	3.5	2.130	57

2. Organització Europea per a la Recerca Nuclear (CERN), Laboratori Europeu de Física de Partícules; Acord de Desenvolupament de Fusió Europeu (EFDA); Laboratori Europeu de Biologia Molecular (EMBL); Font Europeu de Radiació de Sincrotró (ESRF); Agència Espacial Europea (ESA); Observatori del Sud d'Europa (ESO); Institut Laue-Langevin (ILL), Neutrons per a la Ciència.

Però aquestes no són les úniques GI, ni les úniques en les quals participa Espanya. Per a donar una idea dels camps científics i tècnics en que hi ha GI, podem indicar el llistat d'àmbits que la UE reconeix com a GI de cara al seu programa «Training and mobility of researchers for large scale facilities». Són:

1. Física i astrofísica nuclears
2. Medi ambient (excepte l'oceanografia)
3. Sincrotrons i làsers d'electrons lliures
4. Fonts de muó i neutró i alts camps magnètics
5. Làsers
6. Equipament analític i Bio NMR
7. Ciències biològiques (excepte Bio NMR) i ciències biomèdiques

8. Hidràulica i oceanografia
 9. Energia i nanotecnologies
 10. Enginyeria estructural i transport
 11. Supercomputadors i ciències socioeconòmiques
- Per matèries, els fons es distribueixen de la manera següent:



Afegim alguns comentaris sobre els retorns que les GI suposen per al seu entorn industrial. Recentment el CERN ha promogut un estudi titulat «Technology transfer and technological learning through CERN's procurement activity», els autors del qual han estat Erkki Autio, Marilena Bianchi-Streit i Ari-Pekka Hameri. L'estudi confirma resultats ja publicats fa anys que demostren que les empreses que col·laboren en desenvolupar les tecnologies que demanen les GI, adquireixen coneixements que els permeten obtenir beneficis de diverses classes.

En concret, el treball analitza els beneficis de coneixement i innovació que es desprenen de les activitats de subministrament del CERN durant el període 1997-2001. S'ha basat en les respostes de les empreses de subministrament tecnològic, 629 companyies que representen 1.197 milions de francs suïssos. Els resultats de l'estudi es resumeixen dient que els diversos beneficis en coneixement i innovació (per exemple, coneixement tecnològic, desenvolupament de capacitats organitzacionals, coneixement comercial) tendeixen a anar junts. Semblen estar regulats per la qualitat de la relació que les empreses tenen amb el CERN: com més intensa sigui la relació majors són els beneficis. Amb independència de la qualitat de la relació, pràcticament tots els subministradors manifesten haver obtingut beneficis de la col·laboració amb el CERN.

Els resultats varien molt entre uns subministradors i altres. Sembla que els factors que determinen uns majors beneficis són:

- La freqüència de la interacció entre el CERN i l'empresa.
- La intensitat de la interacció, mesurada pel nombre de persones de la firma i del CERN que contacten freqüentment durant el projecte.
- La inversió (no sols monetària) de la companyia en la relació amb el CERN.

Els beneficis globals es poden resumir en les dades següents:

- Un 38 % manifesta que ha desenvolupat nous productes o serveis com a resultat directe de la col·laboració.

- Un 13 % va iniciar noves unitats de R+D.

- Un 14 % va iniciar noves unitats de negoci.

- Un 42 % va augmentar la seva presència internacional.

- Un 44 % manifesta un aprenentatge tecnològic significatiu.

- Un 36 % indica un aprenentatge comercial.

- Un 52 % hauria fet menys vendes sense el CERN.

- Un 21 % hauria generat menys ocupació sense el CERN.

- Un 41 % hauria tingut una activitat tecnològica més pobre.

- Un 26 % hauria tingut un més pobre creixement en la seva valoració.

- Un 17 % va obrir un nou mercat.

A més es dedueix que la interacció també ha estat molt positiva per al personal del propi CERN. El resum d'aquest i altres estudis indica que, en xifres, els retorns de les col·laboracions amb els centres de la «big science» mostren multiplicadors que van del 2.7 de l'ESA al 3.7 del CERN.

Com a complement d'aquestes dades podem pensar on es produeixen la major part d'aquests retorns. Per al cas de l'ESRF, el 54 % del seu pressupost són despeses de personal del qual, a pesar de ser un laboratori europeu, el 43 % dels enginyers i científics i el 81.5 % dels tècnics i administratius són francesos. Pel que fa a les compres, el 81 % es fa a França i el 68 % a la regió de Grenoble.

Per a donar una idea del dèficit que Espanya, i Catalunya, té en GI, només cal examinar quantes en tenim i comparar amb el que passa amb els països del nostre entorn europeu. A les llistes usuals de GI europees s'hi troba un clar dèficit espanyol. Per exemple, en una d'elles, del total de cent tres GI, només vuit són espanyoles i encara algunes d'elles són molt petites i només hi figuren per no ensenyar un escenari de més escassetat. Només dues d'elles són catalanes.

Aquesta situació contrasta amb les grans infraestructures logístiques i culturals en les quals s'ha fet grans esforços aquests darrers anys. Només cal pensar, per exemple, en el cas de Catalunya, en ports i aeroports, en depuradores, en vies de comunicació, en ferrocarrils i, en el camp de les infraestructures de la cultura humanística, en el Teatre Nacional, el nou Liceu, l'Auditori, el Museu Nacional d'Art, etc. Si bé la major part dels ciutadans consideren que aquestes grans inversions són imprescindibles i tothom reconeix els dèficits que encara tenim, probablement no són tants els que són conscients del dèficit català en infraestructures científiques.

Durant molts anys a Espanya no hi va haver una política de GI. N'és una prova il·lustrativa el cas del CERN. Espanya s'hi va incorporar uns quants anys més tard de la seva creació, el 1962, i quan la incorporació començava a donar alguns fruits, se'n va sortir. Es va haver d'esperar al 1983 per a tornar-hi i encara des d'aleshores s'ha passat per períodes de dificultats.

No va ser fins a mitjan 1990 quan es va crear el CAGIC, no se sap ben bé perquè, i encara va estar uns anys sense saber què havia de fer. En principi, el CAGIC es va crear amb l'objectiu de tenir una política específica per a les grans instal·lacions científiques i per a tenir constància de les capacitats es-

panyoles i de l'inventari d'aquestes infraestructures, incloent la participació espanyola en GI internacionals.

Actualment, les funcions del CAGIC són:

— Proposar la construcció de noves GIC a demanda de l'MCT.

— Revisar anualment les GIC reconegudes.

— Proposar la participació en GIC internacionals.

— Ajudar a les GIC que decideixi construir l'MCT.

— Assessorar l'MCT en l'elaboració del PN.

Entre les activitats que desenvolupa hi ha el definir el concepte de GIC i també el, més recent, els de *plataformes tecnològiques* (PT) i d'*instal·lacions de mida mitjana* (ITM). Les ITM són instal·lacions que no compleixen els requisits per a ser GIC, però que són fonamentals en una determinada disciplina. Les PT són instal·lacions amb grans equipaments la funció dels quals està més lligada a recolzar el desenvolupament o la demostració tecnològica que a generar coneixement científic.

Els requisits que estableix el CAGIC perquè un laboratori pugui ser considerat una GIC són els següents:

— Una inversió de més de 6 M€ i unes despeses anuals de funcionament de més de 1.2 M€.

— Centre comptabilitat separat i amb direcció individualitzada.

— Accés públic controlat per comitè extern.

— Valors estratègics i vincles internacionals.

— Ha de tenir plans estratègics.

— El seu caràcter de GIC s'ha de revisar periòdicament (memòria anual).

La relació del CAGIC de les GIC és la següent (en **negreta** les situades a Catalunya):

— Base Antàrtica Espanyola Juan Carlos I.

— Base Antàrtica Espanyola Gabriel de Castilla.

— Vaixell d'investigació oceanogràfica *Hespérides*.

— Vaixell d'investigació oceanogràfica *Cornide de Saavedra*.

— Centre Astronòmic de Yebes.

— Dispositiu de Fusió Termonuclear TJ II.

— Instal·lació d'Alta Seguretat Biològica (CISA, Madrid).

— Instal·lacions singulars d'enginyeria civil. CEDEX (Madrid).

— Minisatèl·lits (INTA, Madrid).

— **Centre de Química Fina de Catalunya.**

— Plataforma Solar d'Almeria.

— **Centre de Computació i Comunicacions de Catalunya, C4 (CESCA-CEPBA).**

— Xarxa IRIS.

— **Laboratori de RMN de 800 MHz del Parc Científic de Barcelona.**

— **Sala Blanca del CNM.**

— Centre Astronòmic de Calar Alto.

— Observatori del Teide.

— Observatori del Roque de los Muchachos.

— Institut de Radioastronomia Mil·limètrica.

— Central de Tecnologia de l'Institut de Sistemes Optoelectrònics de la UPM.

Si la inversió és d'entre 2.5 i 6 M€ i les despeses anuals de funcionament d'entre 0.5 i 1.2 M€, el CAGIC la considera com a GI de mida mitjana, una ITM. Aquestes són les següents:

— Accelerador lineal del CNA (U. de Sevilla).

— Laboratori subterrani del Canfranc (U. de Saragossa).

— Cambra anecoica de la ETSIT-UPM.

— Col·leccions (biblioteques, museus, arxius).

— Buc oceanogràfic *García del Cid* del CSIC.

Pel que fa a les plataformes tecnològiques, en general sol tractar-se de grans equips de suport al desenvolupament.

molt lligats a l'ús industrial i als serveis i poc oberts a tota la comunitat. Les PT actuals són:

- Centre d'assaigs de motors (INTA).
- Centre de proves de turbines (CTA. Zamudio).
- Estació de seguiment espacial (ESA. Villafranca).
- Canal d'experiències hidrodinàmiques (El Pardo).

S'observa que poques de les GIC són de més de cinquanta o cent milions d'euros, que és la xifra que se sol considerar característica en l'àmbit internacional. A més d'aquestes GIC existents, n'hi ha d'altres en fase de construcció o de planificació. Entre elles cal esmentar el Gran Telescopi de Canàries (Grantecan) que està acabant de construir-se al Roque de los Muchachos i que serà la primera GIC autèntica amb un pressupost superior als cent milions d'euros. També s'està finalitzant la construcció del Radiotelescopi de Yebes (d'uns trenta milions d'euros). A Catalunya s'està començant la Font de Llum de Sincrotró ALBA,³ amb un pressupost de cent seixanta-quatre milions d'euros i que es preveu acabar cap a l'any 2009.

Recentment s'ha aprovat la construcció d'un nou vaixell oceanogràfic, que s'acabarà el 2006, amb un pressupost de vint-i-dos milions d'euros; s'ha acordat la participació a ALMA (vint-i-tres milions d'euros) i s'està en converses per entrar a l'Observatori Europeu del Sud.

FUTUR DE LES GRANS INFRAESTRUCTURES CIENTÍFIQUES

El pressupost de la Unió Europea no disposa de partides suficients per planificar adequadament una política europea de

3. Per a detalls sobre La Font de Llum de Sincrotró ALBA, vegeu l'article de l'autor al número 1 de la revista del DURSÍ *Conèixement i Societat*.

GI, tal com fan, per exemple, els EUA. Per exemple, només a nivell del Departament d'Energia dels EUA, es disposa d'una llista de les GI que es plantegen a curt, mitjà i llarg termini, amb un ordre de prioritització que es pot consultar a l'adreça: http://www.er.doe.gov/Sub/Facilities_for_future/20-Year-Outlook-screen.pdf.

Pel que fa a Europa, el mes de setembre del 2000 es va fer a Estrasburg una conferència sobre «Access to research infrastructures» sota el patrocini de la Unió Europea. Deixant de banda el fet que de més de quatre-cents participants els espanyols no arribaven a deu, es va debatre la problemàtica relacionada amb les GI. Es va tractar del paper de les infraestructures a la recerca i a la innovació tecnològica i industrial i els seus aspectes socioeconòmics; la dimensió internacional; els problemes de l'accés a les infraestructures; les seves relacions i com Europa hauria d'avançar en la definició i posada en marxa de noves instal·lacions. Els detalls d'aquesta conferència es poden veure a: <http://www.cordis.lu/improving/infrastructure/events.htm>.

Com a resultat d'aquesta conferència es va crear l'European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), l'organisme de consulta de la UE en el qual participen els representants dels ministeris de recerca dels països europeus, que es va posar en marxa l'any 2002. De moment, aquest organisme ja ha elaborat el seu informe anual corresponent a l'any 2003. En aquest informe s'exposen les anàlisis realitzades en alguns camps específics en els quals els països europeus hauran de prendre decisions aviat. En concret aquests han estat: fonts de neutrons, infraestructures per a ciències marines, làsers d'electrons lliures (a la zona dels raigs X i de la UV), física nuclear, astronomia, nous col·lisionadors per a la física d'altres energies, ordinadors d'altres prestacions i xarxes de recerca, i infraestructures per a socioeconomia i humanitats. En general, encara no són opinions establertes sinó

primeres anàlisis i el compromís d'emetre informes l'any 2004. També hi ha la voluntat d'entrar en altres dominis.

És encara aviat per avaluar si aquesta iniciativa serà més útil que altres semblants que hi va haver, i hi ha, en diversos contextos (OCDE, etc.), però en qualsevol cas, és un indicador de la importància de les GI i de la necessitat de coordinar-les de manera global. El novembre del 2003, a Trieste, hi va haver una nova trobada INFRA/ERA 2003 sota la presidència italiana de la UE. Els documents presentats en aquesta reunió es poden trobar a: <http://www.cordis.lu/improving/infrastructure/events.htm>.

En els propers anys s'han de prendre iniciatives concretes, no només si es vol augmentar el nivell de la recerca a Europa (que recordem que ja és competitiva en camps com els relacionats amb CERN, JET, ESRF, ESO), tal com manifesten repetidament les autoritats polítiques, sinó també si es vol ser present en molts dels camps més importants. Per exemple, Europa és dèbil en convertir els avenços en resultats econòmics, en planificació global, en manteniment de cervells... I entre les GI n'hi ha un seguit que s'hauran de decidir aviat. Sense ser exhaustius indiquem: satèl·lits, *Galileo*, sondes planetàries; grans observatoris orbitants o terrestres, amb telescopis de cinquanta metres; grans col·lisionadors de partícules; làsers d'electrons lliures, especialment a la zona dels raigs X; fonts de neutrons; sondes marines profundes; vaixells de recerca i base àrtica permanent; supercomputadors i infraestructures Grid; bancs biològics; telemedicina; instal·lacions per a la nova biologia; etc.

De vegades es té la sensació que el mal d'Europa és que es parla molt i es fa poc. Hi ha molts organismes assessors o que pretenen ser-ho, que fan diagnòstics força acurats de les debilitats de la recerca a Europa, però falta la decisió política de prendre les iniciatives necessàries amb una visió supraestat. Fins i tot s'ha criticat que el projecte de constitució euro-

pea és molt deficitari en termes de recerca bàsica i cal recordar que la recerca bàsica, la que genera coneixements nous, és fonamental, ja que si no hi ha coneixements nous, difícilment hi podrà haver recerca aplicada. Probablement no és més que un altre aspecte de la manca de lideratge polític a Europa.

Pel que fa a Espanya, la referència és el Pla Nacional de R+D+I per al període 2004-2007 aprovat recentment. En aquest pla, el Ministeri de Ciència i Tecnologia vol augmentar l'esforç en GI. En aquest sentit incorpora un Programa Nacional d'Equipament i Infraestructura, de caràcter horitzontal, de suport a l'adquisició i funcionament d'equips científics sofisticats. Entre les iniciatives d'aquest Programa hi haurà un Programa d'Accés a les GI amb els objectius de recolzar l'ús (formació d'usuaris i de personal de funcionament, i programa d'accés) i recolzar el funcionament amb deduccions fiscals a la inversió. La primera convocatòria tindrà dues fases. La primera, per a les GIC reconegudes pel CAGIC (nacionals o internacionals) i la segona, per a noves GI reconegudes i per a les mitjanes.

Altres objectius del Pla Nacional són completar les GIC en construcció: Yebes, Grantecan i les línies de llum de l'ESRF, SPLINE i BM16 (aquesta conjuntament amb la Generalitat de Catalunya); posar en marxa les GIC d'inici recent: ALBA i el nou vaixell oceanogràfic; participar en alguna nova GIC de caràcter internacional, com ara l'ESO o l'exploració de Mart, i donar suport les GIC espanyoles.

En particular Espanya i Catalunya hauran de pensar quins han de ser els propers passos a curt, mitjà i llarg termini: quines han de ser les participacions en grans instal·lacions existents o noves, i quines han de ser les iniciatives per a preparar les noves GI que s'hauran de començar a construir d'aquí a quatre o cinc anys.

DEBAT

MODERADOR (FRANCESC GONZÀLEZ I SASTRE): Com és habitual, obrim un torn de paraules per preguntes o comentaris, o aclariments.

A. n.: La xarxa elèctrica actual és suficient per assumir tots aquests projectes?

RAMON PASCUAL: No. No és suficient ni és prou bona, o sigui que és un problema. Hem de tenir un sistema autosuficient de molta potència, és un problema greu.

A. n.: També serà un estímulo per millorar aquestes coses.

RAMON PASCUAL: Millorar la xarxa elèctrica és una de les grans coses que ha de fer el país: no podem continuar amb la xarxa actual. És un problema molt complicat perquè té implicacions socials, ecològiques i de tota mena. Tothom vol electricitat, però ningú no vol ni centrals que la generin, ni línies que la transportin. No m'hi fico, això és motiu d'una altra conferència.

129

MARIANO DOMINGO: Quina figura jurídica tindrà o té ja ALBA, si ho pot explicar?

RAMON PASCUAL: És un consorci que està participat al 50% per la Generalitat i el 50% pel Ministeri de Ciència i Tecnologia. Té un consell rector, una comissió executiva i s'està constituint un comitè assessor per l'accelerador, un comitè assessor científic i bé, el que és normal en aquest tipus d'instal·lacions. I el personal és contractat laboralment.

A. n.: En la teva conferència has mencionat les grans

instal·lacions, les mitjanes, etc., jo no sé si això té algun tractament des del punt de vista administratiu i també m'agradaria saber si aquest tractament administratiu té caràcter europeu o no. És a dir, hi ha un reconeixement d'aquestes instal·lacions en la Comunitat Europea, i per tant, es pot comptar que hi ha pressupostos europeus per mantenir aquestes instal·lacions europees, encara que depenguin d'un Estat?

RAMON PASCUAL: Els dispositius de fusió que hi ha a Anglaterra es paguen a través del pressupost de la Unió Europea. Les instal·lacions de cada Estat se les paga cada Estat, perquè el pressupost de la Unió Europea és molt petit. Europa no paga grans instal·lacions científiques, però sí que paga i fomenta la utilització d'instal·lacions científiques. Per tant, entre tots paguem que els científics de tot el món vagin a fer servir la font de llum de sincrotró francesa, i la font de neutrons, i alguna altra d'Anglaterra. Com que aquí no tenim grans instal·lacions, paguem que tothom vagi a fer servir instal·lacions d'altres. Aquesta és una altra de les raons per tenir instal·lacions, grans instal·lacions, perquè d'aquesta manera podríem accedir a fons europeus d'utilització de grans instal·lacions. Concretament, doncs, la resposta a la seva pregunta és que Europa no paga grans instal·lacions, però sí que paga la mobilitat perquè els científics puguin anar a fer servir grans instal·lacions i, en conseqüència, si no tens grans instal·lacions, no reps res.

MIQUEL HUGUET: Només per aclarir aquest tema, com a director del CESA. En el nostre cas, la Unió Europea sí que finança que els investigadors vinguin aquí. Són unes grans instal·lacions de supercomputació, que existeixen des de l'any 1993, i durant aquests deu anys, el finançament ha estat d'uns tres milions d'euros i uns tres-cents investigadors

—alguns moltes vegades, però alguns alguna vegada— han vingut aquí a usar les màquines. L'única cosa que s'ha de tenir en compte és que la Unió Europea, o la Comissió Europea, no paga la part d'amortització d'aquestes instal·lacions; l'únic que paga són despeses corrents i, com que en el cas de la supercomputació hi ha una part molt important d'inversió, la situació és preocupant i més en un moment de pressupostos minvants com hem tingut aquests anys.

PERE PUIGDOMÈNECH: En l'última diapositiva presentes la necessitat de fer una estratègia de grans instal·lacions. Vista l'experiència a Espanya i a altres països, com es pot fer això? Què suggeriries al Govern de la Generalitat per fer una estratègia de grans instal·lacions?

RAMON PASCUAL: Lògicament hauríem d'anar coordinats amb una política de l'Estat perquè els diners de recerca no s'han transferit mai. Si la Generalitat gasta quelcom en recerca és perquè ho treu d'una altra banda: com tu saps els diners de recerca estan a Madrid i transferències de recerca no n'hi ha hagut mai; per tant, hem d'anar sempre de bracet i amb un determinat percentatge amb Madrid. El Govern de Madrid ja té aquesta comissió de grans instal·lacions. El que s'hauria de fer des d'aquí és coordinar-se d'alguna manera amb aquesta comissió; de fet, sempre hi ha catalans en aquesta comissió, potser s'hauria de fer que aquests, encara que hi són a títol personal, fessin una comissió catalana o establissin connexions amb aquesta comissió. El més efectiu és fer propostes, és a dir, pensar què seria bo pel país i aleshores fer projectes, perquè quan els projectes hi són es poden aprovar, si els projectes no hi són no es poden aprovar.

GREGORI VALÈNCIA: Comparteixo amb vostè l'optimisme per la ciència, evidentment s'ha de ser optimista per dedicar-se a

aquests afers, i també veig la necessitat d'aquestes instal·lacions. Però malgrat tot això, en una situació en què el finançament de la ciència és inestable, sincopat i impredictible, s'ha mesurat el risc de fracàs d'aquesta instal·lació que s'ha projectat?

RAMON PASCUAL: Jo diria que no és sincopat i imprevisible, el finançament és pla, fa molts anys que estem a l'1 % del PIB, i penso que hem d'augmentar. Crec que aquesta instal·lació té molt poc risc. Si ara nosaltres, com hi ha gent que defensava, proposem un làser d'electrons lliures en la zona dels raigs X, que és una cosa que els Estats Units està intentant fer i que Europa, sobretot Alemanya, està intentant promoure, i que no ha fet ningú, el risc seria molt elevat: fer una cosa de la qual a Europa n'hi ha bastant, jo crec que comporta un risc molt baix: posaria la mà al foc que ens en sortirem, no em preocupa gaire. L'altre tema és si hem de gastar diners amb això quan els laboratoris estan lluitant per tenir tres milions de pessetes, no? Quan es començava a parlar d'això, en Pere Puigdomènech va escriure una cosa a *El País* que em va agradar molt, va dir: «si el sincrotró català ha d'il·luminar la ciència catalana benvingut sigui, però compte que no fongui els ploms». Opino que el sincrotró és viable en un context de pujada de pressupostos de ciències. Per tant, si nosaltres hem de treure els diners dels laboratoris, és que no ens vindrà ningú a fer servir el sincrotró: jo seré el primer de dir que es tanqui. Penso que hem de millorar i en grans instal·lacions científiques som més deficitaris que en altres coses.

ANTONI OLIVA: Voldria fer dos comentaris. Un sobre aquest tema de les grans instal·lacions europees. El que voldria dir és que en realitat la Unió Europea no té grans instal·lacions com a tal. L'únic que hi ha a la Unió Europea, que en depenen realment, són el Centre Comú de Recerca, amb una sèrie

d'instal·lacions a diferents països, la més important és la que hi ha a Itàlia, i a Espanya l'únic que hi ha és a Sevilla, el Centre de Prospectiva, Centre Comú de Recerca. Les altres grans instal·lacions, que són realment les grans instal·lacions que el Ramon Pascual ens ha mostrat, estan ubicades a Europa, però cadascuna té els seus socis: alguns països de la Unió Europea no són socis i en canvi n'hi ha d'altres, com Suïssa, que no són membres de la Unió Europea, que sí que són socis. O sigui que Europa com a tal, la Unió Europea, no té grans instal·lacions, i amb Liter potser ha estat la primera vegada que la Unió Europea s'ha implicat de manera directa per portar-la a Europa. La Unió Europea està disposada a invertir perquè el Liter vingui a Europa, sigui a França, bé França en aquests moments, o a Catalunya si hagués pogut ser. I el segon comentari és sobre aquest optimisme que jo també comparteixo. Estem parlant sempre que som a l'1.1 %, però hi ha una dada que jo crec que va sortir molt poc als diaris, fins i tot l'únic comentari que va sortir als diaris va ser negatiu, Catalunya a l'any 2002, que és l'únic any en el qual hi ha dades, va passar a l'1.27 %, de cop i volta, de l'1.11 % a l'1.27 %, amb una pujada, en un sol any, d'un 15 %. Jo crec que és espectacular, hi ha molt pocs països que ho hagin aconseguit i si continuéssim amb aquesta pujada espectacular, que era molt difícil que es pogués continuar, el tercer pla de recerca s'hagués acomplert l'any passat, és a dir s'acompliria en les seves prediccions l'any 2003, i seria factible arribar al 2 %, amb aquest mític 2 %, l'any 2007 o 2008. Sé que és molt difícil mantenir aquesta pujada del 15 %, però jo sóc optimista i crec que l'any 2010 a Catalunya estarem fàcilment en el 2 %, i si es manté el creixement, sempre que les indústries col·laborin, perquè evidentment només el Govern a Catalunya, només el Govern espanyol, fins i tot el Govern de la Unió Europea, no poden aconseguir per si sols pujar al 2 % ni al 3 % en el cas d'Europa.

RAMON PASCUAL: Això és cert, de centres comuns també n'hi havia d'altres: Europa sempre ha tingut una certa política en temes de fusió nuclear. O sigui que el de Liter ve d'una certa tradició, hi estic d'acord: també ho ha fet constar el percentatge del PIB en l'exercici del 2002 que és provisional, però és de l'1,27.

MODERADOR: Ja per tancar, podríem entroncar amb les darreres paraules del ponent que feia referència a les recomanacions dels nous grans centres de recerca per Catalunya. No sé si el ponent ho ha dit provocativament, per si en l'audiència sorgien idees, o és perquè ell té alguna idea al respecte.

RAMON PASCUAL: Jo diria que s'haurien de buscar temes que siguin utilitzables per força gent. El que passa amb la llum de sincrotró és que té la virtut de poder ser utilitzada per molta gent: penso que hauríem de buscar alguna gran instal·lació, no sé de quin tipus, però una que fos útil per molta gent.