

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS  
**REPORTS DE LA RECERCA A CATALUNYA**  
**2003-2009**  
**Química**

Report elaborat per Salvador Alegret i Sanromà

Aquest estudi ha comptat amb el suport i la col·laboració de la Generalitat de Catalunya, i ha estat realitzat sota la direcció i cura de la Secretaria Científica i de l'Observatori de la Recerca de l'IEC.

© 2014, Institut d'Estudis Catalans  
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: octubre del 2014

Text revisat lingüísticament per la Unitat de Correcció del Servei Editorial de l'IEC

ISBN: 978-84-9965-201-6

DOI: 10.2436/15.0110.16.18



Aquesta obra és d'ús lliure, però està sotmesa a les condicions de la llicència pública de *Creative Commons*. Es pot reproduir, distribuir i comunicar l'obra sempre que se'n reconegui l'autoria i l'entitat que la publica i no se'n faci un ús comercial ni cap obra derivada. Es pot trobar una còpia completa dels termes d'aquesta llicència a l'adreça: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>.

## Sumari

Abreviacions .....	4
Resum .....	7
1. INTRODUCCIÓ .....	8
1.1. Abast i context temporal .....	10
1.2. Definició del camp .....	12
1.3. Estructuració del report .....	13
1.4. Dades utilitzades .....	14
2. ENTITATS DE RECERCA .....	14
2.1. Departaments universitaris .....	14
2.2. Centres públics de recerca .....	15
2.3. Xarxes de recerca .....	18
2.4. Grups de recerca .....	22
2.5. Altres .....	27
3. RECURSOS HUMANS .....	27
3.1. Personal investigador universitari .....	28
3.2. Personal dels centres públics de recerca .....	35
3.3. Personal predoctoral .....	35
3.4. Personal postdoctoral .....	37
3.5. Personal investigador del sector públic .....	43
3.6. Personal dels grups de recerca .....	43
3.7. Personal investigador del sector privat .....	44
4. RECURSOS ECONÒMICS .....	45
4.1. Finançament públic .....	48
4.2. Finançament privat .....	60
5. PRODUCCIÓ CIENTÍFICA .....	61
5.1. Tesis doctorals .....	61
5.2. Publicacions .....	63
5.3. Patents .....	73
5.4. Edicions de química .....	75
6. CONCLUSIONS .....	76
REFERÈNCIES .....	81

## Abreviacions

€	euro
ACC1Ó	Agència de Suport a la Innovació i la Internacionalització de l'Empresa Catalana
ACUP	Associació Catalana d'Universitats Públiques
AGAUR	Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca
AMIC	Aplicacions Mediambientals i Industrials de la Catalunya
AMRG	Applied Molecular Receptors Group
AS	personal d'administració i serveis
ATIC	Advanced Technology Innovation Center
BAPP	Bioanalytics, Pharmacology and Proteomics
BIO-GLS	Centre Tecnològic per al Tractament Integral de les Emissions Gasoses, Efluent, Líquids i Residus Sòlids
BOE	Boletín Oficial del Estado
BSC-CNS	Barcelona Supercomputing Center - Centre Nacional de Supercomputació
C	coordinació
CCP	Centre Català del Plàstic
CDTI	Centre per al Desenvolupament Tecnològic Industrial
CENIT	Consortis Estratègics Nacionals d'Investigació Tècnica
Centre QCI	Centre de Química Col·loïdal i Interficial
CEQAP	Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte
CERCA	Centres de Recerca de Catalunya
CEU	catedràtic/a d'escola universitària
CHEAT	Emergència, amplificació i transferència de quiralitat
CIDEM	Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial
CIN2	Centre d'Investigació en Nanociència i Nanotecnologia
CIP	Classificació Internacional de Patents
CIRIT	Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica
CMST	«Ciències i tecnologies químiques i moleculars»
COST	«Cooperació europea en ciència i tecnologia»
CPG	projecte col·laboratiu
CREBIO	Catàlisi redox bioinspirada
CSC	contracte amb participació en els costos
CSIC	Consell Superior d'Investigacions Científiques
CTQC	Centre Tecnològic de la Química de Catalunya
CU	catedràtic/a d'universitat
D	personal postdoctoral
DIMOCAT	Disseny i modelatge de reaccions catalitzades per metalls de transició
DSPNIP	Grup de Desenvolupament de Sistemes Policíclics Nitrogenats d'Interès Biològic
ECRN	Xarxa Europea de Regions Químiques
EDP	equivalent a dedicació plena
EESD	«Energia, ambient i desenvolupament sostenible»
ELECTRODEP	Laboratori d'Electrodeposició i Corrosió
EPO	Oficina Europea de Patents
ERC	Consell Europeu de Recerca
EuChemS	Associació Europea de Ciències Químiques i Moleculars
EURATOM	Comunitat Europea d'Energia Atòmica
EUROCORES	«Recerca col·laborativa europea»
FCRI	Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació
FP	Programa Marc de Recerca i Desenvolupament Tecnològic

G	personal predoctoral
GDRQ	Grup de Dinàmica de Reaccions Químiques
GEFRO	Grup d'Electroquímica, Fotoquímica i Reactivitat Orgànica
GEM-IQS	Grup d'Enginyeria Molecular de l'Institut Químic de Sarrià
GEM2	Grup d'Estructura de Materials Moleculars
GEQOOM	Grup d'Estudis en Química Orgànica i Organometàl·lica
GMMF	Grup de Magnetisme i Molècules Funcionals
GQA	Grup de Quimiometria Aplicada
GSB	Grup de Sensors i Biosensors
GTQ	Grup de Transductors Químics
GTS	Grup de Tècniques de Separació en Química
IAIC	<i>Informe anual sobre la indústria a Catalunya</i>
IARDiC	<i>Informe anual de l'R+D i la innovació a Catalunya</i>
IBEC	Institut de Bioenginyeria de Catalunya
ICIQ	Institut Català d'Investigació Química
ICMAB	Institut de Ciència de Materials de Barcelona
ICN	Institut Català de Nanotecnologia
ICRA	Institut Català de Recerca de l'Aigua
ICREA	Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats
IDAEA	Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua
IDESCAT	Institut d'Estadística de Catalunya
IIQAB	Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona Josep Pascual Vila
IMB	Institut de Microelectrònica de Barcelona
IMIM	Institut Municipal d'Investigació Mèdica
IN2UB	Institut de Nanociència i Nanotecnologia
INCO	«Cooperació internacional»
INE	Institut Nacional d'Estadística
INTAS	Associació Internacional per a la Promoció de la Cooperació amb els Científics dels Estats Independents de l'Antiga Unió Soviètica
IP	projecte integrat
IPSAL	institució privada sense ànim de lucre
IQAC	Institut de Química Avançada de Catalunya
IQC	Institut de Química Computacional
IQS	Institut Químic de Sarrià
IQS-SAMA	Grup de l'Institut Químic de Sarrià per a la Seguretat Alimentària i Mediambiental
IQTCUB	Institut de Química Teòrica i Computacional
IRB	Institut de Recerca Biomèdica de Barcelona
ISI	Institute for Scientific Information
IST	«Tecnologies per a la societat de la informació»
IUPAC	Unió Internacional de Química Pura i Aplicada
KBBE	«Bioeconomia basada en el coneixement»
LEQUIA	Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental
LifeSciHealth	«Ciències de la vida, genòmica i biotecnologia aplicades a la salut»
LIPPSO	Laboratori d'innovació en Processos i Productes en Síntesi Orgànica
LSIP	projecte integrat de gran escala
ME	milió d'euros
MEC	Ministeri d'Educació i Ciència
MICINN	Ministeri de Ciència i Innovació
NANOMOL	Centre de Nanotecnologia i Materials Moleculars
NMP	«Nanotecnologies i nanociències, materials funcionals basats en el coneixement i nous processos de producció i dispositius»
OCDE	Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic
OEPM	Oficina Espanyola de Patents i Marques

OR-IEC	Observatori de la Recerca de l'Institut d'Estudis Catalans
OTRI	oficines de transferència de resultats de recerca
P	participant
PCB	Parc Científic de Barcelona
PDI	personal docent i investigador
PI	personal investigador
PIB	producte interior brut
PT	personal tècnic
QAA	Química analítica i ambiental
QQ	Química quàntica
QTMEM	Química teòrica i modelatge i enginyeria molecular
QÜESTRAM	Qualitat en la determinació de contaminants prioritaris i avaluació de llur comportament
R+D	recerca i desenvolupament
R+D+I	recerca, desenvolupament i innovació
RUBAM	Research Unit on Bioactive Molecules
s. d.	sense dades
SCI	<i>Science Citation Index</i>
SCT-UB	Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona
SERQ	Síntesi, estructura i reactivitat química
SG	subvenció d'arrencada
SICAM	Grup de Recerca en Sistemes Catalítics Modulars
SINTEFARMA	Centre de Recerca i Desenvolupament en Síntesi Orgànica per a la Indústria Quimicofarmacèutica
SME	petita o mitjana empresa
SOC & SAM	Self-organized complexity and self-assembling materials
SSAAA	Síntesi estereoselectiva d'antitumorals i antivírics
STReP	projecte específic de recerca focalitzada
SUSTDEV	«Desenvolupament sostenible, canvi global i ecosistemes»
TECAT	Centre d'Innovació en Catàlisi
TEU	professor/a titular d'escola universitària
TU	professor/a titular d'universitat
UAB	Universitat Autònoma de Barcelona
UB	Universitat de Barcelona
UdG	Universitat de Girona
UdL	Universitat de Lleida
UE	Unió Europea
UIC	Universitat Internacional de Catalunya
UOC	Universitat Oberta de Catalunya
UPC	Universitat Politècnica de Catalunya
UPF	Universitat Pompeu Fabra
UQC	Unitat de Química Combinatòria
URL	Universitat Ramon Llull
URV	Universitat Rovira i Virgili
UVic	Universitat de Vic
XCDT	Xarxa de Centres de Difusió Tecnològica
XCT	Xarxa de Centres Tecnològics
XIT	Xarxa de Centres de Suport a la Innovació Tecnològica
XPCAT	Xarxa de Parcs Científics i Tecnològics de Catalunya
XTT	Xarxa de Trampolins Tecnològics

## Resum

Aquest report estudia la recerca en química a Catalunya durant el sexenni 2003-2009 i fa una comparació amb les dades aportades per un report anterior de la mateixa sèrie que comprenia el sexenni 1996-2002. Pel que fa les entitats universitàries que duen a terme recerca en química, no hi ha hagut variació. En canvi, durant el sexenni estudiat han estat creats nous centres públics de recerca que tenen relació directa amb la química. Per tant, mentre que el nombre de personal docent i investigador (PDI) està estabilitzat, hi ha un augment de personal investigador (PI) en química incorporat al sistema de recerca, desenvolupament i innovació (R+D+I) a través dels centres de recerca, la qual cosa fa que en total el personal en aquest sector públic hagi augmentat significativament respecte al sexenni anterior. Contràriament, sembla que, cap al final del període estudiat, el personal de recerca i desenvolupament (R+D) del sector químic privat hagi experimentat una certa contracció. Uns trets semblants han estat observats respecte als recursos econòmics destinats a la recerca en química. Mentre que la captació competitiva de fons públics europeus, estatals o nacionals destinats a la recerca en química ha estat constant i creixent per part dels grups de recerca catalans, la qual cosa és indicadora de la competència de llur recerca, sembla que globalment la despesa interna en R+D de les empreses químiques catalanes s'ha anat contraient al final del període estudiat. Amb tot, la producció científica en química, avaluada a través de les tesis doctorals llegendes, la quantitat i la qualitat de les publicacions científiques generades i el nombre de patents espanyoles i europees efectuades, és francament positiva, de més qualitat comparada amb la del sexenni anterior i, en molts indicadors, relativament superior a la dels altres països europeus també estudiats a tall de comparació.

## 1. INTRODUCCIÓ

Catalunya és una nació on la química forma part de la nostra tradició industrial i que encara avui ocupa un lloc destacat en el mapa de les regions químiques europees. La Xarxa Europea de Regions Químiques (ECRN) està formada per les principals regions amb una elevada concentració d'indústries químiques. En formen part actualment vint-i-una regions (Catalunya n'és una) de nou estats diferents. Com és ben sabut, la indústria química és un sector clau a Europa. Dóna feina a 1,7 milions de treballadors (7 % del sector manufacturer) i genera indirectament 3 milions de llocs de feina. L'estructura econòmica europea actual i la d'un futur immediat són inimaginables sense la química.

La química té un pes específic també a l'Estat espanyol, ja que l'hi aporta gairebé el 10 % del producte interior brut (PIB) industrial. Això situa l'Estat com el cinquè fabricant europeu i el vuitè productor mundial de productes químics: darrere, segons l'ordre d'importància per volum de negoci, dels Estats Units, la Xina, el Japó, Alemanya, França, Itàlia i la Gran Bretanya. El sector químic és el segon exportador en valor dins de l'àmbit estatal i el primer inversor en R+D+I i en protecció del medi ambient.

Segons l'*Informe anual sobre la indústria a Catalunya* (IAIC, 2009), una quarta part de les empreses químiques de l'Estat espanyol es troben a Catalunya, les quals donen feina a un terç de l'ocupació estatal del sector químic (37,5 %). Actualment, l'activitat química de les empreses que radiquen a Catalunya és de prop del 45 % del total espanyol. I l'activitat econòmica catalana en aquest sector és superior a la de països europeus com ara Suècia, Dinamarca o Àustria.

Les empreses químiques catalanes (el 15 % del PIB industrial català) es dediquen principalment a la química de base, a produir productes destinats a la producció d'altres materials més acabats (això representa el 53 % en termes de producció en valor del sector, excloent-hi la indústria farmacèutica). Hi té del tot a veure el polígon petroquímic del Camp de Tarragona, el complex d'aquesta mena més gran del sud-oest d'Europa. Després, les empreses del sector es dediquen a la fabricació de productes que es destinen al consum final, que comprenen, per exemple, sabons i detergents, articles de perfumeria i cosmètica amb tota la seva àmplia diversitat i tota una constel·lació d'altres productes destinats a usos finals (25 %). I en tercer lloc, en termes de valor, les nostres empreses es dediquen a productes per a la indústria (com ara



gasos comprimits; colorants i pigments; pintures, vernissos i laques; olis i greixos per a usos industrials; productes auxiliars per a les indústries tèxtils, del cuir i del cautxú, i altres productes diversos) i a productes per a l'agricultura, fonamentalment adobs i fertilitzants de tota mena, així com insecticides i plaguicides i també productes per a la ramaderia (tot plegat, el 22 %).

Malauradament, la indústria química catalana, aquests darrers anys (cap al final del sexenni estudiat), no ha pogut esquivar la crisi econòmica i ha tingut un comportament negatiu. Malgrat tot, sembla que, a hores d'ara, en el moment d'escriure aquest report, ja es pot afirmar que el sector químic ha superat la fase més aguda de la crisi, i en millors condicions relatives que la resta d'activitats industrials.

Ara bé, com sempre, hi ha ombres espesses encara a casa nostra. La indústria química és un dels sectors en els quals les empreses europees mantenen un fort dinamisme a tot el món, alhora que el mercat intern europeu tendeix a perdre pes relatiu dins el context internacional, pel fet de tractar-se d'un mercat madur, amb taxes de creixement del consum que es poden considerar baixes si les comparem amb les que assolixen i es preveu que assoliran en un futur els països emergents del sud-est asiàtic. Cal assenyalar que la major part de les grans multinacionals de la branca química presents a Catalunya (com ara Bayer, BASF, DSM i Solvay) té una presència força considerable en aquesta àrea asiàtica. Tot fa pensar que el sector químic català, igual que l'espanyol i el de la resta de la Unió Europea (UE), patirà una forta competència, especialment en determinats tipus de productes, com són, per exemple, els que obtenen les indústries de capçalera o de primera transformació. Tant de bo que la crisi econòmica, començada a detectar a final del sexenni estudiat, no porti a la deslocalització de part de la nostra indústria química.

Així, doncs, ultra l'interès acadèmic per la química, com a ciència fonamental, no cal dir que, atesa la importància de la química en el nostre context industrial acabat de descriure, la recerca en química és una activitat estratègica per al present i el futur immediat del nostre país. No ens ha d'estranyar que, a part del sector privat, les administracions públiques hi dediquin una atenció continuada, la qual cal anar seguint per tal que els diversos sectors i agents implicats en tinguin coneixement i els pugui servir per prendre decisions. Aquest és l'objectiu del present report.

### **1.1. Abast i context temporal**

El present treball té com a antecedents immediats els anteriors reports de química (1990-1995 i 1996-2002) d'aquesta mateixa sèrie (*Reports de la recerca a Catalunya*). N'és, doncs, una continuació i comprèn el sexenni següent: 2003-2009.

Per situar el lector en termes temporals, recordarem algunes fites relacionades amb el món de la recerca sovint utilitzades pels nostres investigadors. En aquest sexenni es dugué a terme totalment el VI Programa Marc de Recerca i Desenvolupament Tecnològic de la UE (FP6, 2002-2006) i, parcialment, el VII Programa Marc (FP7, 2007-2013). Els objectius estratègics d'aquests programes no són altres que l'enfortiment de les bases científiques i tecnològiques de la indústria europea i l'encoratjament de la seva competitivitat internacional, alhora que es promou la recerca en què se sustenten les polítiques de la UE. La principal característica d'aquests programes de finançament i promoció de la recerca és precisament llur dimensió europea: és a dir, la participació conjunta d'equips de recerca de diversos països comunitaris en un projecte comú. Per altra banda, ultra els criteris d'adequació als objectius i prioritats científics establerts per a cada temàtica específica, el criteri de selecció dels equips de recerca és bàsicament llur excel·lència científica.

Això no obstant, la recerca científica catalana continua sent finançada principalment a través de les agències estatals espanyoles. Aquest sexenni és cobert de ple pel V Pla Nacional de Recerca Científica, Desenvolupament i Innovació Tecnològica (2004-2007), del Ministeri de Ciència i Tecnologia, i, parcialment, pel VI Pla (2008-2011), del nou Ministeri d'Educació i Ciència (MEC), especialment a través de programes de recursos humans (beques predoctorals, contractació de personal investigador i tècnic, mobilitat), projectes de R+D+I, suport a la competitivitat empresarial, equipament i infraestructura científicotècnics i accions complementàries.

A casa nostra, el sexenni estudiat neix dins el III Pla de Recerca de Catalunya (2001-2004) i entra de ple en el IV Pla de Recerca i Innovació de Catalunya (2005-2008), desplegat per la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica (CIRIT) i complementat amb el Pla d'Innovació del Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM). Els instruments principals d'aquests plans, especialment el IV Pla, són els programes de Suport a la Recerca (ajuts integrats de suport als grups de recerca, ajuts a xarxes de referència, contractes programa amb les

universitats), de Personal de Recerca (beques predoctorals, beques postdoctorals [Beatriu de Pinós], contractes júnior de la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats [ICREA], contractes ICREA sènior, ajuts per a la contractació de tècnics), de Centres i Infraestructures de Recerca, de Suport a la Transferència de Tecnologia i Coneixement i de Foment de la Innovació i les actuacions complementàries (mobilitat i internacionalització).

A la darrerria del 2008, després d'un llarg procés de concertació, el Govern de Catalunya, els representants de totes les universitats, tots els grups parlamentaris i les principals organitzacions empresarials i sindicals van signar el Pacte Nacional per a la Recerca i la Innovació. Aquest pacte és un compromís per a la preservació i millora de la prosperitat i el benestar de la societat catalana en un context globalitzat, els quals només es podran garantir si Catalunya és capaç de transformar la seva economia industrial i de serveis tradicional en una altra de basada en el coneixement i en la producció de béns i de serveis de valor afegit i, alhora, utilitza la recerca i la innovació per donar resposta als reptes socials i ambientals.

Recordem que aquest sexenni el president de la Generalitat de Catalunya era Pasqual Maragall i Mira, del Partit dels Socialistes de Catalunya (entre el 2003 i el 2006), succeït per José Montilla Aguilera (entre el 2006 i final del 2010), també del mateix partit. Després de les eleccions de març del 2004 i les del mateix mes del 2008, el Govern de Espanya va ser presidit per José Luis Rodríguez Zapatero, del Partit Socialista Obrer Espanyol. Recordem també que en aquest període va ser aprovat el nou Estatut de Catalunya. Aquesta llei va ser referendada per la ciutadania el 18 de juny del 2006, en substitució de l'Estatut de Sau, que datava del 1979, i, posteriorment, fou parcialment esmenada pel Tribunal Constitucional espanyol (2010), com a conseqüència del recurs d'inconstitucionalitat presentat per diputats del Grup Parlamentari Popular al Congrés dels Diputats.

L'article 158 del nou Estatut, que correspon a «Recerca, desenvolupament i innovació tecnològica», estableix en l'apartat 1 que corresponen a la Generalitat les competències exclusives amb relació als centres i les estructures de recerca de la Generalitat i als projectes que aquesta finança. En canvi, relega la Generalitat, en l'apartat 2, a compartir amb l'Estat la competència sobre la coordinació dels centres i les estructures de recerca de Catalunya. L'apartat 3 d'aquest article és dedicat als criteris de col·laboració entre l'Estat i la Generalitat en matèria de política de R+D+I, els quals s'han de fixar en el marc que estableix el títol v («De les relacions institucionals de la

Generalitat»): és a dir, per mitjà d'una reglamentació, la qual en últim terme és establerta per l'Estat i en la qual la Generalitat difícilment podrà fer prevaldre els seus interessos.

## **1.2. Definició del camp**

A l'hora de fer un report dedicat a la recerca en química a Catalunya, és evident que s'hauria de tenir en compte tant la recerca que es du a terme en centres públics com la que realitzen les empreses del nostre país. Malauradament, les dades referents al sector privat no són tan accessibles com les del sector públic. És per això que la majoria de dades que hem estudiat són relatives a entitats de recerca en química de les administracions públiques.

Anàlogament a com es va fer en els anteriors reports de química, el present estudi, en la mesura que ha estat possible, s'ha circumscrit bàsicament a les especialitats clàssiques en què es divideix aquesta ciència: és a dir, química analítica, química física, química inorgànica i química orgànica. A més, aquestes són les àrees de coneixement que configuren principalment els estudis de química de les nostres universitats i que també són presents, si bé en proporció menor, en els estudis de farmàcia, conjuntament amb altres especialitats estretament lligades, com ara la química terapèutica, que també hem considerat aquí. No s'han inclòs aquí, en canvi, altres especialitats també a bastament relacionades amb la química, però que sovint en el nostre marc universitari tenen una titulació específica o s'estudien dins d'una titulació diferent a la química, com és el cas de l'enginyeria química, la bioquímica o la química agrícola, les quals, d'altra banda, són tractades en altres reports d'aquesta mateixa sèrie. Respecte a la recerca desenvolupada als centres públics radicats a Catalunya, com ara els del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC), també es pot assignar fàcilment a les quatre especialitats clàssiques o a d'altres que hi són estretament lligades, com ara la química ambiental o la química de l'estat sòlid.

Aquestes fronteres que ens hem imposat són relativament possibles de resseguir en el cas de les entitats de recerca i els recursos humans destinats a la recerca en química, atès que el PI en les universitats i en els centres de recerca es troba organitzat normalment seguint unes àrees de coneixement determinades, les quals, en el cas de la química, normalment coincideixen amb les suara esmentades. Ara bé, hem de ser

conscients que, d'una manera estricta, malgrat estar el PI, especialment l'universitari, organitzat per àrees de coneixement, precisament per tenir aquest tipus de personal una capacitat investigadora sense restriccions conceptuals, hom pot fer recerca en química bàsica o aplicada tot i trobar-se enquadrat en àrees no estrictament químiques. A l'hora de quantificar els recursos econòmics, cal dir que sovint ens hem trobat amb dades globals, amb les quals hem hagut de fer estimacions per extreure'n les corresponents a la recerca química pròpiament dita i a les seves especialitats. Un altre cas és la quantificació de la producció en química: malgrat fixar-nos en revistes químiques de les especialitats clàssiques i d'altres d'afins, els autors d'aquestes revistes, en alguns casos, no estan enquadrats en laboratoris pròpiament de química.

### **1.3. Estructuració del report**

Aquest document ha estat estructurat en cinc seccions i una recapitulació final. A continuació de la present introducció, es divideix el treball pròpiament dit en quatre seccions principals. La primera és dedicada a les entitats que realitzen recerca en el camp de la química, circumscrita pràcticament a ens públics. La segueix una segona secció dedicada als recursos humans, en la qual bàsicament hom pretén fer un cens dels investigadors en química de les universitats i dels centres de recerca de Catalunya. La següent secció ordena, classifica i quantifica els recursos econòmics esmerçats en la recerca química, especialment les fonts de finançament públic, però també analitza alguns indicadors indirectes que permeten apreciar els esforços que fa el sector privat en el nostre àmbit d'estudi. La darrera secció descriu la producció científica i en valora la qualitat. Com és habitual en estudis d'aquest tipus, aquesta quantificació i valoració es fa per mitjà de la bibliografia científica generada pels mateixos actors de la recerca: és a dir, a partir dels treballs publicats pels investigadors catalans en revistes de química de reconegut prestigi, en què prèviament a la publicació han estat revisats anònimament per investigadors de la mateixa especialitat. Això s'ha fet resseguint les bases de dades d'informació química més accessibles i de consulta habitual entre els químics. En el nostre cas, s'han utilitzat les bases de dades del *Science Citation Index* (SCI). Les seccions comentades convergeixen en un darrer apartat de conclusions i de balanç final, en el qual hom resumeix la recerca en química a Catalunya, a partir de les dades

recollides, forçosament limitades, ja que no sempre la informació disponible sobre el tema i el període que ens ocupa és exhaustiva o prou coherent.

#### **1.4. Dades utilitzades**

Al final d'aquest report, hi ha una secció bibliogràfica de les fonts utilitzades, pràcticament totes provinents de les administracions públiques, de manera directa o recopilades i elaborades per l'Observatori de la Recerca de l'Institut d'Estudis Catalans (OR-IEC). Aquest report és del tot deutor de l'auxili expert de Llorenç Arguimbau, responsable de l'OR-IEC.

## **2. ENTITATS DE RECERCA**

### **2.1. Departaments universitaris**

La xarxa d'universitats catalanes acull un nombre força elevat de centres de recerca i empreses de base tecnològica. Concretament, la xarxa universitària és formada per dotze universitats (vuit de públiques i quatre de privades), on també hi ha diversos consorcis i centres dedicats a la recerca bàsica o aplicada, creats en col·laboració entre les mateixes universitats o amb el concurs d'altres institucions. La xarxa d'universitats públiques catalanes està constituïda per més de quinze mil professors i PI i per uns dos-cents mil estudiants (font: Associació Catalana d'Universitats Públiques [ACUP], 2012). Les activitats de recerca són dutes a terme en el marc organitzatiu dels departaments universitaris.

En la taula 2.1 es mostren les universitats catalanes i els corresponents ens organitzatius on es duen a terme activitats de recerca química. L'esquema és el mateix del sexenni anterior (1996-2002).

Taula 2.1  
*Ens universitaris on regularment es du a terme recerca en química (2009)*

<i>Universitats públiques</i>		
UB	Facultat de Química	Departament de Química Analítica
		Departament de Química Física
		Departament de Química Inorgànica
		Departament de Química Orgànica
	Facultat de Farmàcia	Departament de Farmacologia i Química Terapèutica
		Departament de Fisicoquímica
UAB	Departament de Química	Unitat de Química Analítica
		Unitat de Química Física
		Unitat de Química Inorgànica
		Unitat de Química Orgànica
Universitat de Girona (UdG)	Departament de Química	Àrea de Química Analítica
		Àrea de Química Física
		Àrea de Química Inorgànica
		Àrea de Química Orgànica
Universitat de Lleida (UdL)	Departament de Química	
URV	Departament de Química Física i Inorgànica	
	Departament de Química Analítica i Química Orgànica	
Universitat Pompeu Fabra (UPF)	Departament de Ciències Experimentals i de la Salut	
<i>Universitats privades</i>		
Universitat Ramon Llull (URL)	Institut Químic de Sarrià (IQS)	Departament de Química Analítica
		Departament de Química Orgànica

Font: Elaboració pròpia

## **2.2. Centres públics de recerca**

Formen part també del sistema de recerca els instituts universitaris de recerca (centres dedicats a la recerca científica i tècnica), alguns dels quals, anàlogament als departaments universitaris, organitzen i desenvolupen programes i estudis de doctorat i postgrau. Poden ser propis d'una universitat, de caràcter interuniversitari o adscrits a una universitat pública o més d'una. En total, a Catalunya es comptabilitzen més d'una trentena d'instituts universitaris de recerca, dels quals quatre estan vinculats directament a la recerca en química i sis ho estan indirectament (vegeu la taula 2.2).

Taula 2.2

Centres de recerca relacionats amb R+D en química (2008), amb indicació del personal investigador (PI), tècnic (PT) i d'administració i serveis (AS)

Nom	Sigla	Localització	Afiliació	Any de creació	PI	PT	AS	Total
Institut de Química Teòrica i Computacional <sup>1</sup>	IQTCUB	Barcelona	UB	2007				100
Institut de Nanociència i Nanotecnologia	IN2UB	Barcelona	UB	2006				
Institut de l'Aigua		Barcelona	UB		108		6	114
Institut de Química Computacional	IQC	Girona	UdG	1993	29	1	2	32
Institut Català d'Investigació Química	ICIQ	Tarragona	CERCA	2000	121	26	38	185
Institut Català de Nanotecnologia	ICN	Bellaterra	CERCA	2003	60	4	17	81
Institut Català de Recerca de l'Aigua	ICRA	Girona	CERCA	2006	2	2	5	9
Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona Josep Pascual Vila <sup>2</sup>	IIQAB	Barcelona	CSIC	1996				152 <sup>3</sup>
Institut de Ciència de Materials de Barcelona	ICMAB	Bellaterra	CSIC	1992				97 <sup>3</sup>
Centre d'Investigació en Nanociència i Nanotecnologia <sup>4</sup>	CIN2	Bellaterra	CSIC	2007	8			8
Estimació de PI en centres CERCA i CSIC: 400 investigadors								

1. Anteriorment, Centre Especial de Recerca en Química Teòrica.

2. A partir de l'any 2008, l'IIQAB es divideix en dos ens: l'Institut de Química Avançada de Catalunya (IQAC) i l'Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA).

3. Dades de l'any 2007.

4. Integrat també per l'ICN.

Font: Comissionat d'Universitats i Recerca (2010) i CSIC.



Pel que fa als centres de recerca, a Catalunya existeixen diverses iniciatives públiques i privades que permeten alinear les estratègies i fomentar sinergies entre els diferents centres i la diversitat de temàtiques i àrees en què treballen. El sistema de Centres de Recerca de Catalunya (CERCA) és constituït per 39 centres (2009), dels quals 17 són de l'àmbit de les ciències i les enginyeries, amb només 3 centres relacionats amb la química (vegeu la taula 2.2). Evidentment, la recerca en química és present dins molts centres CERCA dedicats específicament a altres àrees de coneixement, com ara l'Institut de Recerca Biomèdica de Barcelona (IRB, 2005).

Els organismes públics de recerca de titularitat estatal, representats a Catalunya pels centres i instituts del CSIC, es dediquen a una gran diversitat d'activitats i sectors. L'agència CSIC és la primera institució pública estatal dedicada a la recerca i la tercera d'Europa. El CSIC és format per centres i instituts amb un total de més de quinze mil treballadors a tot l'Estat, dels quals més de tres mil són investigadors en plantilla, i una quantitat semblant, personal doctor i en formació. Aquest personal representa el 6 % del que està dedicat a tasques de R+D de l'Estat espanyol i genera entorn del 20 % de la producció científica de l'Estat (font: CSIC). En total, el CSIC està integrat per 134 centres de recerca. A més d'aquests centres i institucions, cal afegir-hi les unitats de recerca i aproximadament 160 unitats associades, constituïdes per grups o departaments universitaris i hospitals o centres tecnològics, que col·laboren en línies i projectes relacionats amb el CSIC.

A Catalunya s'ubica el 16 % dels centres del CSIC (21 centres), dels quals dos són dedicats a la ciència i tecnologia químiques: l'Institut de Química Avançada de Catalunya (IQAC) i l'Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA), els quals són un desdoblament de l'anterior Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona Josep Pascual Vila (IIQAB), existent fins a l'any 2008; dos centres més es dediquen a la ciència i tecnologia de materials: l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB) i el Centre d'Investigació en Nanociència i Nanotecnologia (CIN2) (vegeu la taula 2.2).

### **2.3. Xarxes de recerca**

Durant el sexenni estudiat, el Govern de Catalunya ha anat afavorint estratègies de ciència i tecnologia, l'objectiu últim de les quals és l'augment de competitivitat de la indústria catalana, a través de la millora de la productivitat. En els anys que comprèn aquest estudi, amb l'evolució de les polítiques d'innovació a Catalunya, els instruments també han anat adaptant-se a les necessitats de cada moment. En aquest sentit, les xarxes tecnològiques i d'innovació, impulsades pel CIDEM, actualment Agència de Suport a la Innovació i la Internacionalització de l'Empresa Catalana (ACCIO), han anat evolucionant per poder seguir acomplint els objectius d'impulsar la transferència tecnològica i millorar la competitivitat de l'empresa catalana.

La primera xarxa, la Xarxa de Centres de Suport a la Innovació Tecnològica (XIT), es va impulsar l'any 1999, en resposta a una de les accions incloses en el II Pla de Recerca de Catalunya (1997-2000). Era cofinançada entre la CIRIT i el CIDEM i pionera a l'Estat espanyol: estava formada per unitats i grups de recerca, la major part procedent de les universitats catalanes, amb capacitat de prestar serveis d'innovació tecnològica a les empreses de Catalunya. L'objectiu de la xarxa era potenciar el mercat de la subcontractació de R+D a Catalunya per tal d'incrementar la capacitat d'innovació de les empreses. Un dels trets diferencials d'aquesta xarxa era que tots els seus membres havien de passar per un procés d'acreditació de qualitat de servei. Aquesta acreditació es definia segons els paràmetres de qualitat especificats per les empreses catalanes més exigents quant a la subcontractació de R+D.

D'altra banda, la Xarxa de Centres Tecnològics (XCT), creada l'any 2004, agrupava els principals centres de suport tecnològic de Catalunya que proporcionaven serveis de R+D a les empreses dels sectors productius més representatius del teixit industrial català. Així, els centres tecnològics eren entitats de suport tecnològic sense ànim de lucre, creades a partir de la demanda empresarial, per facilitar la transferència de tecnologia entre universitat i empresa. L'activitat d'aquests centres es focalitzava en la transferència del coneixement generat en els centres públics i privats de recerca i en l'adaptació al llenguatge de l'empresa, a les característiques dels seus productes i a la demanda dels seus clients.

La Xarxa de Centres de Difusió Tecnològica (XCDDT), creada també l'any 2004, era una agrupació de centres que pretenia acostar a les empreses les tecnologies

aplicades al seu sector, actuant de manera complementària entre els diferents centres i les diferents xarxes de transferència tecnològica, tot proporcionant serveis tecnològics avançats, actuacions de foment i difusió de la innovació i la tecnologia, formació orientada a les necessitats tècniques del sector i prestació de serveis tecnològics, entre els quals no figura la recerca d'una manera significativa. Aquests centres es caracteritzaven per la proximitat al sector i a l'entorn geogràfic on estaven localitzats.

Tot aquest entramat estava constituït l'any 2008 per 80 centres d'innovació tecnològica, 10 centres tecnològics i 9 centres de difusió tecnològica (font: *Informe anual de l'R+D i la innovació a Catalunya* [IARDiC], 2009).

Tot això, l'any 2009 convergeix en la xarxa TECNIO, impulsada per l'agència ACCIÓ, que aplega tots els agents de la innovació i la tecnologia a Catalunya, que volen aprofitar les capacitats tecnològiques del nostre país i donar-los rendibilitat, fent-les accessibles a l'empresa i enfortint la nostra estructura empresarial. Els membres de TECNIO són aliats tecnològics de les empreses catalanes, ja que responen a les seves demandes tecnològiques, per tal que aquelles puguin incorporar-les als seus productes i serveis. En total, la xarxa TECNIO està configurada per més de cent membres, dels quals vint estan relacionats amb la química (vegeu la taula 2.3). A partir dels noms dels centres d'aquesta xarxa, hom pot fer-se una idea de la varietat de tecnologies químiques ofertes pels membres de la xarxa al nostre entorn industrial.

Taula 2.3  
Centres de la xarxa TECNIO relacionats amb R+D+I en química (2009), amb indicació del PI i PT

<i>Sigla</i>	<i>Centre</i>	<i>Afiliació</i>	<i>Localització</i>	<i>PI</i>	<i>PT</i>	<i>Total</i>
AMIC	Aplicacions Mediambientals i Industrials de la Catàlisi	URV	Tarragona	19	1	20
ASCAMM	Fundació Ascamm		Cerdanyola del Vallès	55	45	100
ATIC	Advanced Technology Innovation Center		Tarragona	17		17
BAPP	Bioanalytics, Pharmacology and Proteomics	UPF i IMIM	Barcelona	9	51	60
BIO-GLS	Centre Tecnològic per al Tractament Integral de les Emissions Gasoses, Efluents Líquids i Residus Sòlids	UAB	Bellaterra	25	2	27
CCP	Centre Català del Plàstic*		Terrassa	4	2	6
Centre QCI	Centre de Química Col·loïdal i Interficial	IQAC-CSIC	Barcelona	16	5	21
CEQAP	Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte	UB	Barcelona			
CTQC	Centre Tecnològic de la Química de Catalunya	URV	Tarragona	1		1
ELECTRODEP	Laboratori d'Electrodeposició i Corrosió	UB	Barcelona	5	1	6
GEM-IQS	Grup d'Enginyeria Molecular - IQS	IQS-URL	Barcelona	15	2	17
GTQ	Grup de Transductors Químics	IMB-CSIC	Bellaterra	17	2	19
GTS	Grup de Tècniques de Separació en Química	UAB	Bellaterra	19		19
LEQUIA	Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental	UdG	Girona	30	3	33
LIPPSO	Laboratori d'Innovació en Processos i Productes de Síntesi Orgànica	UdG	Girona	8		8
NANOMOL	Centre de Nanotecnologia i Materials Moleculars	ICMAB-CSIC	Bellaterra	16	2	18
SCT-UB	Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona	UB	Barcelona	43	53	96

SINTEFARMA	Centre de Recerca i Desenvolupament en Síntesi Orgànica per a la Indústria Quimicofarmacèutica	UB	Barcelona	9	3	12
TECAT	Centre d'Innovació en Catàlisi	URV	Tarragona	16	1	17
UQC	Unitat de Química Combinatòria	PCB	Barcelona	5	2	7
Total				329	175	504

Font: Elaboració pròpia.

\* Consorci format per la Generalitat de Catalunya, la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), l'Ajuntament de Terrassa i associacions del sector.

## 2.4. Grups de recerca

En la taula 2.4 es recullen els grups de recerca en química consolidats, segons el cens elaborat a partir de la convocatòria d'ajuts de suport a la recerca de l'any 2009 feta per l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR). Per conveniència, els hem agrupat per les àrees de coneixement a què pertanyen la majoria dels respectius investigadors, indicant també per a cada grup el nombre de personal amb títol de doctor i de personal graduat predoctoral. En aquesta convocatòria es van presentar 71 grups. Hi ha un cert increment respecte a la convocatòria de l'any 2005, en què els grups participants foren 63. L'anterior report (2002) en recull 46, la qual cosa significa un augment de grups del 54 % durant el present sexenni d'estudi.

És interessant ressaltar de la taula 2.4 que, a partir dels noms dels grups, podem extreure'n les paraules claus de la recerca que es fa en química. Podem veure-hi, per exemple, com és lògic tractant-se majoritàriament de grups universitaris, que hi ha molts més grups orientats cap a la química pura que a l'aplicada, potser d'una manera massa descompensada. D'altra banda, hem de ser conscients que molts grups consolidats són, de fet, un conjunt de grups de recerca, més o menys afins, i, per tant, el nom que els identifica no és prou esclaridor o és massa genèric per poder classificar-los adequadament.

Taula 2.4

*Grups de recerca consolidats i emergents en química sota l'auspici de l'AGAUR (2009), agrupats per àrees de coneixement i amb la indicació del nombre total de PI, desglossat en personal predoctoral (G) i personal postdoctoral (D), i de la relació G/D*

<i>Grup</i>	<i>Afiliació</i>	<i>PI</i>	<i>D</i>	<i>G</i>
a) Química analítica				
Applied Molecular Receptors Group (AMRG)	CSIC	20	9	11
Bioanàlisi	UB	15	8	7
Qualitat en la determinació de contaminants prioritars i avaluació de llur comportament (QÜESTRAM)	UB	40	20	20
Química analítica. Anàlisi de contaminants	UB	10	5	5
Anàlisi i comportament de fàrmacs en aliments i en el medi ambient	UB	12	5	7
Grup de Quimiometria Aplicada (GQA)	UAB	14	5	9
Química analítica i ambiental (QAA)	UdG	16	9	7
Cromatografia i aplicacions mediambientals	URV	17	7	10
Quimiometria, qualimetria i nanosensors	URV	22	8	14
Grup de Sensors i Biosensors (GSB)	UAB	30	13	17
Grup IQS per a la Seguretat Alimentària i Mediambiental (IQS-SAMA)	URL	12	5	7
Desenvolupament i transferència de metodologia quimiomètrica de resolució multivariant	UB	9	4	5
Grup de Recerca en Bioanàlisi i Proteòmica	IMIM	29	14	15
Centre GTS	UAB	27	9	18
Nanobioelectronics & Biosensors Group*	ICN	9	9	0
Unitat de Qualitat de l'Aigua i Sòls	CSIC	22	9	13
Caracterització fisicoquímica i estimació de l'activitat biològica de compostos bioactius	UB	13	7	6
Subtotal		317	146	171
				G/D = 1,17

<i>b) Química física</i>				
Laboratori de Ciència de Materials Computacional	UB	15	10	5
Self-organized complexity and self-assembling materials (SOC & SAM)	UB	18	10	8
Grup d'Electroquímica, Fotoquímica i Reactivitat Orgànica (GEFRO)	UAB	8	5	3
Grup d'Estructura de Materials Moleculars (GEM2)	UB	7	4	3
Química teòrica i computacional	CSIC	9	7	2
Quiralitat en superfícies i màquines moleculars*	CSIC	5	3	2
Grup de Dinàmica de Reaccions Químiques (GDRQ)	UB	16	9	7
Laboratori de Materials i Dispositius Optoelectrònics*	ICIQ	9	3	6
Biologia computacional i disseny de fàrmacs	UB	10	5	5
Modelatge computacional de la catàlisi homogènia i heterogènia	ICIQ	17	12	5
Bioelectroquímica i nanotecnologies	IBEC	16	9	7
Grup de Dinàmica i Mecanismes de les Reaccions Químiques i Bioquímiques	UAB	10	6	4
Fotocatàlisi i química verda	UAB	6	5	1
Química quàntica (QQ)	URV	23	11	12
Grup de Físicoquímica de Sistemes Macromoleculars d'Interès Ambiental	UdL	14	12	2
Química teòrica i modelatge i enginyeria molecular (QTMEM)	UdG	20	12	8
Pèptids i proteïnes: estudis físicoquímics	UB	15	13	2
Grup d'Estudis Teòrics d'Activació de Biomolècules	UAB	6	5	1
Grup de Síntesi i Modelització de Sistemes amb Metalls de Transició	UAB	11	6	5
ELECTRODEP	UB	8	4	4
Laboratori d'Electroquímica de Materials i del Medi Ambient	UB	11	8	3
Subtotal		254	159	95
				G/D = 0,59



c) Química inorgànica				
Grup de Magnetisme i Molècules Funcionals (GMMF)*	UB	7	5	2
Organometàl·lics i catàlisi homogènia	URV	23	11	12
Grup de Química Organometàl·lica	UB	24	17	7
Interaccions magnètiques i magnetisme molecular	UB	9	7	2
Grup d'Estructura Electrònica	UB	14	8	6
Síntesi inorgànica i catàlisi	CSIC	12	4	8
Catàlisi redox bioinspirada (CREBIO)	UdG	9	4	5
Disseny i modelatge de reaccions catalitzades per metalls de transició (DIMOCAT)	UdG	20	6	14
Materials inorgànics avançats i catàlisi	UB	12	6	6
Catàlisi redox	ICIQ	7	5	2
Laboratori de Química d'Estat Sòlid	ICMAB	12	5	7
Subtotal		149	78	71
				G/D = 0,91
d) Química orgànica				
Disseny, síntesi i estructura de pèptids i proteïnes	IRB	27	12	15
Química combinatòria per al desenvolupament de nous compostos	IRB	36	17	19
Research Unit on Bioactive Molecules (RUBAM)	CSIC	16	7	9
Grup de Ressonància Magnètica Nuclear i Estructures Supramoleculares	UAB	14	8	6
SINTEFARMA	UB	23	13	10
Grup de Síntesi Orgànica Estereoselectiva	UAB	18	5	13
Química farmacèutica	UB	14	5	9
Grup d'Estudis en Química Orgànica i Organometàl·lica (GEQOOM)	UAB	13	7	6
Polímers	URV	9	4	5

LIPPSO	UdG	12	4	8
Grup de Síntesi i Estructura de Biomolècules	UB	34	17	17
GEM	URL	19	7	12
Química organometàl·lica en síntesi orgànica	ICIQ	16	8	8
Grup de Desenvolupament de Sistemes Policíclics Nitrogenats d'Interès Biològic (DSPNIB)	UB	6	4	2
Grup de Recerca en Sistemes Catalítics Modulars (SICAM)	ICIQ	23	17	6
Química supramolecular multidisciplinària**	ICIQ	14	9	5
Grup de Recerca del Doctor Rubén Martín*	ICIQ	3	3	0
Síntesi, estructura i reactivitat química (SERQ)	UAB	12	5	7
Síntesi orgànica	URV	9	5	4
Síntesi estereoselectiva d'antitumorals i antivírics - Stereoselective synthesis of antitumoral and antiviral agents (SSAAA)	UB	17	4	13
Emergència, amplificació i transferència de quiralitat – Chirality emergence, amplification and transfer (CHEAT)*	UB	7	4	3
Unitat de Recerca en Síntesi Asimètrica del Parc Científic de Barcelona (PCB)*	IRB	14	4	10
Subtotal		356	169	187
				G/D = 1,10
Total		1.076	552	524
				G/D = 0,95

\* Grup de recerca emergent

\*\* Grup de recerca singular

Font: Elaboració pròpia.

## 2.5. *Altres*

Entre el sector públic i el sector privat, hi ha tot un seguit d'entitats o d'estructures d'interfície que treballen en diversos entorns (científic, tecnològic, productiu i financer) i que tenen com a objectiu últim promoure el transvasament dels resultats de la recerca i facilitar la implantació d'innovacions tecnològiques en el sector productiu. En aquest sentit, cal assenyalar l'activitat de les oficines de transferència de resultats de recerca (OTRI) de les diverses universitats; els trampolins tecnològics; els centres de serveis tècnics, de formació i d'assessorament; els parcs científics i tecnològics; les entitats de capital risc; les empreses derivades (*spin-offs*), o altres institucions de suport genèric a la recerca.

La Xarxa de Trampolins Tecnològics (XTT) està formada per un conjunt de vuit unitats en el si de les universitats catalanes, que té per objectiu l'augment de la transferència de tecnologia entre el món universitari i el món empresarial, mitjançant la creació d'empreses de base tecnològica i la transferència de la propietat intel·lectual industrial.

La Xarxa de Parcs Científics i Tecnològics de Catalunya (XPCAT) és una associació que es va fundar l'any 2003 i que agrupa parcs científics i tecnològics ubicats a tot el territori català, amb l'objectiu de potenciar la recerca i la innovació i de vincular el món de la ciència amb el de l'empresa. Així, els parcs integren grups i centres de recerca universitaris, centres tecnològics, incubadores d'empreses, grans empreses amb els seus centres de R+D, empreses de base tecnològica, associacions empresarials, entitats de capital risc i, fins i tot, hospitals. Catalunya concentra un total de 24 parcs, membres de XPCAT, ubicats en diferents punts del territori, i en destaca, sobretot, la presència en comarques properes a Barcelona. Només en el Parc Tecnològic de Tarragona, la química hi té una presència important.

## 3. RECURSOS HUMANS

A més de la seva tasca de dinamització i recerca en innovació i tecnologia, la universitat exerceix un paper essencial en el sistema de ciència i tecnologia per la seva activitat formadora. Es calcula que, l'any 2009, les universitats concentraven el 40 % dels

investigadors i el 31 % del personal dedicat a activitats de R+D a Catalunya, i van formar més de 177.000 estudiants durant l'any acadèmic 2008-2009 (IARDiC, 2009).

Catalunya és una de les comunitats autònomes de l'Estat que concentren un nivell més alt de formació, després de la Comunitat de Madrid. Concretament, el 2009 hi havia 1,4 milions de persones amb educació superior i més de 26.000 doctors: són xifres que representen el 16 % i el 15 %, respectivament, del conjunt de l'Estat. (Es considera educació superior l'ensenyament universitari de primer nivell: diplomatures, enginyeries i arquitectura tècniques, i llicenciatures, enginyeries superiors i arquitectura.)

### **3.1. Personal investigador universitari**

La majoria de les universitats catalanes tenen estudis de química pròpiament o imparteixen aquesta matèria dins d'altres estudis; per tant, la majoria del PI universitari en química és alhora personal docent que dedica part del temps a la recerca en aquest àmbit. En la taula 3.1 es mostra detalladament el PDI dedicat a la química de les universitats catalanes durant el sexenni 2003-2009, agrupat per cursos, àrees de coneixement, universitats i categories acadèmiques. Hom pot observar que en aquest període s'ha arribat a una certa estabilització numèrica en aquest tipus de personal: entorn de 390 PDI de mitjana, dels quals 94 són de química analítica, 109 de química física, 74 de química inorgànica i 113 de química orgànica. Si comparem aquestes dades amb el marc espanyol (taula 3.2), veiem que aquest reproduceix el patró d'estabilització durant els primers quatre cursos del sexenni estudiat, però a partir del curs 2006-2007 hi ha un creixement progressiu del nombre global de PDI. Així, doncs, mentre que, a començament del sexenni, Catalunya tenia el 12 % del PDI de química de l'Estat espanyol, al final del període estudiat, aquesta xifra havia caigut un 1 %.

Taula 3.1  
*Personal docent i investigador (PDI) de les universitats públiques, per àrees de coneixement, categories i cursos acadèmics (2002-2009)*

Universitat	Categoria	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
a) Química analítica								
UAB	CU	6	6	6	6	7	7	7
UAB	TU	7	7	7	6	5	5	5
UAB	Agregat				1	1	1	1
UAB	TEU	1	1	1	1	1		
UAB	Lector				3	3	3	3
UAB	Associat	9	6	6	6	6	7	4
UAB	Visitant							1
UAB	Emèrit							1
UAB	Altres				1	1	1	
UB	CU	6	9	9	9	8	9	8
UB	TU	21	19	19	19	19	19	19
UB	Agregat						2	2
UB	TEU	1						
UB	Lector			1	1	1	2	5
UB	Associat	9	1	1	2	2	7	4
UB	Altres		4	2	1	1		
UdG	CU	1	1	1	1	1	1	1
UdG	TU	2	4	4	3	3	3	3
UdG	Agregat							2
UdG	Lector				2	2	2	
UdG	Associat	7	5	5	2	3	4	5
UdL	Lector				1		1	
UdL	Associat	2	2	2	1	1	1	
UPC	CU	1	1	1	1	1	1	
UPC	TU	8	6	6	6	6	5	5
UPC	TEU	1						
UPC	Lector							1
UPF	TU	1	1	1	1	1	1	1
UPF	Associat	5	5	5	5	4	4	3
URV	CU	2	3	3	3	3	3	3
URV	TU	10	9	9	9	9	9	9
URV	Associat	2	3	2	1	1	1	1
	S/total	102	93	91	92	90	99	94

b) Química física								
UAB	CU	2	2	4	4	4	5	6
UAB	TU	10	11	9	8	9	8	7
UAB	Agregat					1	3	3
UAB	Associat	11	5	6	4	4	7	1
UAB	Lector				1	2	2	2
UAB	Emèrit	1	1	1	1			
UB	CU	9	13	13	13	13	13	13
UB	TU	39	36	36	36	36	35	36
UB	TEU	1	1	1				
UB	Agregat				4	4	4	3
UB	Lector			1	2	3	2	3
UB	Associat	12	11	6	8	7	8	9
UB	Col·laborador permanent						1	1
UB	Emèrit	1	2	1				
UdG	CU	2	3	3	3	3	3	3
UdG	TU	3	3	3	3	3	3	3
UdG	Agregat				1	2	3	3
UdG	Associat	4	4	5	2	2	3	1
UdG	Lector			1	1			
UdL	CU	1	1	1	1	1	1	1
UdL	TU	2	2	2	2	2	2	2
UdL	Agregat						1	1
UdL	Lector				1	2	1	1
UdL	Associat	1	1	2	2	3	2	2
UPC	CU	1	1	1	1	1	1	1
UPC	Associat		1					
URV	CU	3	3	3	3	3	3	3
URV	TU	4	4	4	4	4	4	4
URV	Associat	4	7	1	1	1	1	
	S/total	111	112	104	106	110	116	109
c) Química inorgànica								
UAB	CU	4	4	5	5	4	4	4
UAB	TU	9	9	8	8	7	7	7
UAB	Associat	5	3	3	4	2	3	2
UAB	Lector			1	1	3	3	3
UAB	Altres					2	2	2

UB	TU	25	22	22	22	19	17	16
UB	CU	6	9	9	9	11	12	12
UB	Associat	4	4	1	4	3	6	6
UB	Agregat				1	2	3	3
UB	Associat substitut	5	3					
UB	Lector							2
UB	Emèrit					1	1	
UB	Altres		1					1
UdG	TU	3	5	5	5	5	5	5
UdG	Associat	4	4	2	2	2	3	2
UdG	Agregat				1	2	2	2
UdG	CU	1	1					
UdG	Lector			1				
URV	TU	7	7	7	7	7	7	7
URV	CU	1	1	1	1	1	1	1
URV	Associat	1	1	1	1	1	1	1
	S/total	75	74	66	71	72	77	76
<i>d) Química orgànica</i>								
UAB	CU	8	8	9	9	10	10	9
UAB	TU	5	5	4	4	2	2	2
UAB	Agregat					1	1	2
UAB	Associat	9	3	5	6	5	5	5
UAB	Lector				1	1	1	2
UAB	Altres							1
UB	CU	14	17	17	17	17	19	18
UB	TU	35	34	34	34	34	31	31
UB	TEU	1	1					
UB	Agregat			1	2	2	6	6
UB	Lector			2	3	3	4	4
UB	Associat	12	10	10	7	11	6	7
UB	Altres		4					
UdG	TU	3	4	4	4	4	4	4
UdG	Agregat							1
UdG	Lector		1	1	2	2	2	1
UdG	Associat	7	5	5	3	3	5	5
UdL	CU	1	1	1	1	1	1	1
UdL	CEU	1	1	1	1	1	1	1

UdL	Lector					1	2	2
UdL	Associat		1	1	3	2	2	3
UPC	TEU	3	2	2	2	2	2	2
UPC	CEU	1	1	1	1	1	1	
UPF	CU	1	1	1	1	1	1	1
UPF	Associat	1	2	2	2	1	1	1
UPF	Altres					1	1	1
URV	CU	4	4	4	4	4	4	3
URV	TU	5	5	5	5	5	5	5
URV	Associat		1					
	S/total	111	111	110	112	115	117	118
	Total	399	390	371	381	387	409	397
Mitjana de PDI per curs: 390								

Font: Secretaria d'Universitats i Recerca (Generalitat de Catalunya).

CEU: catedràtic/a d'escola universitària; CU: catedràtic/a d'universitat; TEU: professor/a titular d'escola universitària; TU: professor/a d'universitat.



Taula 3.2  
*PDI de les universitats públiques espanyoles, per àrees de coneixement, categories i cursos acadèmics (2002-2009)*

<i>Categoria</i>	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
<i>a) Química analítica</i>							
CU	106	116	118	121	122	127	124
TU	386	384	389	379	366	376	399
CEU	18	24	25	25	24	24	21
TEU	65	54	52	49	46	44	22
Associats	128	98	78	66	66	59	55
Ajudants doctors	4	14	18	22	22	23	25
Ajudants	27	22	21	23	29	24	17
Contractats doctors	1	4	13	23	45	50	56
Col·laboradors	6	7	6	6	6	7	5
Mestres de taller	2	2		2	2	1	1
Visitants	1	1	1	1	1	2	8
Emèrits	4	6	4	7	4	4	5
Altres	11	9	14	26	22	32	50
<b>S/total</b>	<b>759</b>	<b>741</b>	<b>739</b>	<b>750</b>	<b>755</b>	<b>773</b>	<b>788</b>
<i>b) Química física</i>							
CU	137	150	157	157	160	167	168
TU	480	482	473	458	446	463	468
CEU	13	15	19	19	20	13	9
TEU	43	40	36	33	32	31	13
Associats	136	113	89	64	62	64	58
Ajudants doctors	2	5	9	8	16	16	22
Ajudants	25	23	17	14	13	12	11
Contractats doctors	3	3	25	40	68	67	78
Col·laboradors	5	4	2	5	8	8	6
Visitants	1	1	3	3	3	2	3
Emèrits	6	6	6	3	1	1	2
Altres	20	18	19	27	27	30	42
<b>S/total</b>	<b>871</b>	<b>860</b>	<b>855</b>	<b>831</b>	<b>856</b>	<b>874</b>	<b>880</b>

<i>c) Química inorgànica</i>							
CU	108	121	126	130	128	138	138
TU	388	392	385	377	362	370	379
CEU	24	24	24	24	21	20	19
TEU	23	18	20	18	17	16	4
Associats	100	84	56	57	53	48	40
Ajudants doctors	1	5	16	19	24	16	27
Ajudants	31	26	27	22	18	16	10
Contractats doctors	3	7	21	25	47	52	59
Col·laboradors	3	3	4	2	2	3	2
Visitants							4
Emèrits	1	1	2	4	4	2	3
Altres	28	19	34	35	40	55	61
S/total	710	700	715	713	716	736	746
<i>d) Química orgànica</i>							
CU	138	147	151	155	157	162	168
TU	441	446	444	438	427	439	466
CEU	37	40	41	40	38	35	27
TEU	44	42	35	34	34	32	13
Associats	113	81	79	57	51	41	37
Associats (ciències de la salut)						1	7
Ajudants doctors	3	10	14	14	13	17	22
Ajudants	30	20	21	27	35	28	25
Contractats doctors	3	14	31	44	66	69	89
Col·laboradors	5	11	10	10	10	9	5
Mestres de taller	1	1		1	1		1
Visitants			2	3	3	6	6
Emèrits	1	1	1	1	2	3	2
Altres	18	23	27	35	41	60	68
S/total	834	836	856	859	878	902	936
Total	3.174	3.137	3.165	3.153	3.205	3.285	3.350

Font: Institut Nacional d'Estadística (INE).

### **3.2. Personal dels centres públics de recerca**

A l'hora de comptabilitzar el PI dels centres públics de recerca, deixarem de banda el personal dels centres universitaris que figuren en la taula 2.2, atès que els investigadors d'aquests centres ja han estat comptabilitzats com a PDI en la taula 3.1. En la taula 2.2, hi podem veure el PI dels centres de recerca en química, tant del sistema català CERCA com de l'espanyol CSIC. Podem estimar que l'any 2008, al final del període estudiat, aquest personal de diferents categories laborals dedicat exclusivament a la recerca era a l'entorn de les 400 persones. Cal destacar, doncs, que el nombre de PI és del mateix ordre que el de PDI (vegeu la taula 3.1).

### **3.3. Personal predoctoral**

En la taula 3.3 s'indiquen les beques i els ajuts per a la formació de personal universitari de postgrau, atorgats tant per l'Administració catalana com per l'estatal i rebuts per estudiants de les universitats catalanes, a l'inici i al final del període estudiat. Hom pot veure que aquest tipus de personal, el qual es pot considerar un indicador del potencial investigador en química de les universitats catalanes, ha passat de 315 a 286 persones entre el principi i el final del període estudiat: és a dir, ha experimentat una davallada del 9 %.

Taula 3.3  
*Beques i ajuts predoctorals de química de les universitats catalanes (2003 i 2009)*

<i>UB</i>		
Facultat de Química		
Departaments	2003	2009
Química Analítica	35	27
Química Física	30	27
Química Inorgànica	29	15
Química Orgànica	53	34
Facultat de Farmàcia*		
Departaments	2003	2009
Farmacologia i Química Terapèutica	29	27
Fisicoquímica	9	7
S/total	185	137
*Dades totals: no hi ha informació per àrees de coneixement.		
<i>UAB</i>		
Departament	2003	2009
Química	55	73
<i>UPC</i>		
Departament	2003	2009
Enginyeria Química*	19	30
*Dades totals: no hi ha informació per àrees de coneixement.		
<i>UdG</i>		
Departament	2003	2009
Química	21	13
<i>URV</i>		
Departaments	2003	2009
Química Analítica i Química Orgànica	13	11
Química Física i Inorgànica	11	8
S/total	23	19
<i>UdL</i>		
Departament	2003	2009
Química	1	1
<i>UPF</i>		
Departaments	2003	2009
Ciències Experimentals i de la Salut i Tecnologia (àrea de química)	2	0
<i>URL</i>		
Unitat	2003	2009
IQS School of Engineering	8	13
Total	315	286

Font: Elaboració pròpia

### **3.4. Personal postdoctoral**

La ICREA (2001) és una fundació adscrita a la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), la qual, per mitjà d'un procés de selecció basat en el talent científic, contracta investigadors d'arreu del món amb trajectòries professionals consolidades per reforçar el sistema de R+D català. D'aquesta manera, també contribueix a facilitar el retorn dels investigadors propis que han dut a terme la seva carrera investigadora en centres de fora de Catalunya. En els primers vuit anys d'activitat (2001-2009), la ICREA ha contractat un total de 242 investigadors, en especialitats molt diverses: un 28 % en ciències experimentals i matemàtiques i un 16 % en àrees tecnològiques. La química ha estat un dels camps de treball que més s'han beneficiat de la iniciativa de la ICREA. En la taula 3.4, hi figura una relació dels contractes duts a terme per aquesta institució en el camp de la química o molt relacionats amb aquesta disciplina, durant el període estudiat. Els investigadors en química (22) representen el 20 % del total d'investigadors seleccionats dels camps de les ciències experimentals i les àrees tecnològiques (106), per al període estudiat. Aquests contractes a la pràctica són indefinits. En la taula 3.4 també s'indiquen, a part de les entitats que han acollit els investigadors, les paraules clau de les línies de recerca que aquests duen a terme, les quals apunten quines àrees concretes s'han volgut reforçar del sistema de R+D català a través de la química. Bàsicament, aquest reforç ha estat en ciència dels materials, nanociència, química supramolecular i catàlisi.

Taula 3.4  
*Professors d'investigació i investigadors ICREA relacionats amb la química (2001-2009),  
 amb indicació de les paraules clau que en defineixen la recerca*

<i>Entitat</i>	<i>Any inici</i>	<i>Any final</i>	<i>Línies d'investigació</i>
a) Ciències experimentals			
CIN2-CSIC	2009		Capex primes, <i>multiferroics</i> , ferroelectricitat, flexoelectricitat, piezoelectricitat, <i>domain walls</i> , òxids de perovskita, transicions metall-dielèctric, nanoelectrònica.
ICIQ	2004		Química supramolecular, reconeixement molecular, química orgànica física.
ICIQ	2006	2011	Fenòmens cooperatius, materials supramoleculares, catàlisi de fixació de CO <sub>2</sub> , fenòmens de quirogènesi, nanoestructures.
ICIQ	2009		Síntesi asimètrica, catàlisi, biologia química, organocatàlisi.
ICIQ	2006		Química organometàl·lica, catàlisi.
ICIQ	2007		Materials fotovoltàics, energia solar, nanomaterials, polímers, colorants.
ICIQ	2005	2009	Materials nanoestructurats i jerarquitats, enginyeria de reactors, catàlisi heterogènia.
ICIQ	2003		Química orgànica, catàlisi asimètrica, productes enantiopurs, mètodes de producció sostenible, catàlisi supramolecular, reconeixement molecular.
ICN	2005		Nanotecnologia, nanopartícules, síntesi, conjugació, nanotoxicologia, nanobiotecnologia, remediació ambiental, nanoestructures magnètiques. Nanoimmunologia.
PCB	2007		Modelatge molecular, dinàmica molecular <i>ab initio</i> , hemoproteïnes, glicoproteïnes.
UB	2007		Química de coordinació, química supramolecular, química nanotecnològica, magnetisme, fluorescència, materials multifuncionals, superfícies. Nanoestructuració.
UB	2005		Disseny computacional de fàrmacs, descobriment de fàrmacs basat en l'estructura, validació de noves dianes terapèutiques.
UB	2003		Modelatge computacional, estructura electrònica, materials avançats, nanoestructures, reactivitat, catàlisi, tecnologia de l'hidrogen, emmagatzematge d'energia, fenòmens de superfície, comprensió a escala atòmica.
UB	2008		Catàlisi asimètrica, organocatàlisi, síntesi per mitjà d'estructures autoorganitzades.

URV	2006		Química teòrica, compostos de metalls de transició, magnetisme induït per la llum.
IQC	2004		Teoria de la transferència d'electrons i excitons, desenvolupament de mètodes semiempírics, modelatge computacional d'estructures, dinàmica i espectres de biomolècules.
IQC	2009		Comprensió i control d'efectes d'entorn químic, reactivitat en química (in)orgànica, desenvolupament de mètodes per a l'optimització de la geometria, cerca de l'estat de transició i simulació (bio)molecular.
b) Tecnologia i enginyeria			
ICN	2006		Propietats magnètiques i electròniques de capes primes, molècules i nanoestructures. <i>Spin torques</i> . Creixement epitaxial, autoorganització. Microscòpia d'efecte túnel, espectroscòpia d'absorció de raigs X, dicroisme magnètic de raigs X.
ICN	2008		Nanotecnologia, nanobiotecnologia, biosensors, sensors químics, bioanàlisi.
ICN	2006		Nanoestructures magnètiques, nanopartícules magnètiques, acoblament d'intercanvi, mesuraments magnètics.
ICN	2007		Nanotecnologia, nanofabricació, nanofotònica, fonònica, interacció llum-matèria, energia i relaxació de moment, nanoestructures òpticament actives, nanoestructures quàntiques.
UAB	2003		Materials i nanoestructures magnètics, nanomaterials magnetoelèctrics, separació de fases magnètica intrínseca, magnetometria, fàrmacs basats en metalls.
UAB	2009		Nanomagnetisme, nanomecànica, sistemes litografiats, nanoindentació, nanocompòsits, espintrònica.
URV	2003		Biosensors, microsistemes, fars ( <i>beacons</i> ) moleculars, química analítica clínica.

Font: ICREA (2011).

El programa Beatriu de Pinós de la Generalitat de Catalunya és per fer estades de recerca postdoctoral en universitats i centres de recerca de l'estranger amb un ajut per retornar al sistema de ciència i tecnologia català. Les estades són d'un màxim de dos anys. El Programa Juan de la Cierva és un dels instruments ministerials per a la contractació de joves doctors per part dels centres de R+D públics i privats sense ànim de lucre. La característica principal n'és la contractació laboral per un període de tres anys. El Programa Ramón y Cajal és un altre instrument del MEC, que té com a objectiu principal enfortir la capacitat investigadora dels grups i les institucions de R+D, tant del sector públic com del privat, mitjançant la contractació d'investigadors que tinguin el grau de doctor i vulguin desenvolupar-hi una línia de recerca, a través d'ajudes cofinançades gradualment i progressivament per les institucions receptores, les quals identifiquen i defineixen llurs estratègies de recerca i les àrees en les quals els investigadors es vulguin especialitzar. Aquests ajuts són per cinc anys.

En la taula 3.5 es recullen els investigadors en química contractats anualment amb els programes acabats d'esmentar, durant el període estudiat. Naturalment, els nombres són aproximats, atès que no inclouen les baixes, ni els trasllats ni les consolidacions posteriors. En la taula 3.5 es dona també el percentatge d'investigadors químics respecte al nombre total d'investigadors que han gaudit a Catalunya anualment d'aquests programes. On queda millor representada la química és en el programa Beatriu de Pinós.



Taula 3.5  
*PI de postgrau de química acollit a diferents programes (2003-2009),  
 en comparació amb el conjunt de PI total de cada convocatòria*

<i>Investigadors ICREA: nous contractes (2003-2009)</i>							
<i>Entitat de recerca</i>	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
BSC-CNS				1			
CSIC			1				
ICN						1	
ICIQ	1	2	1	2	1		1
IRB						1	
PCB					1		
UB	1	1	1		2	1	
UdG		1		1			
UPC					1		
URV				1			
Total (química)	2	4	3	5	5	3	1
Total (Catalunya)	32	17	52	49	32	29	25
Percentatge de química sobre el total	6	23	5	10	15	10	4

Font: OR-IEC, a partir de les dades de la ICREA.

<i>Programa Beatriu de Pinós (modalitat B): nous contractes (2006-2009)</i>				
<i>Entitat de recerca</i>	2006	2007	2008	2009
Centres tecnològics		2		
CSIC			1	3
Empreses	1	3		
ICN		1	1	
ICIQ	1	1	1	
IBEC			1	
IRB		1		1
UAB		2	1	1
UB	1	1	1	2
UdG	1		1	
Total (química)	4	11	7	7
Total (Catalunya)	56	69	40	40
Percentatge de química sobre el total	7	16	17	17

Font: Generalitat de Catalunya.

Nota: nous contractes postdoctorals concedits en la modalitat B (dos anys de durada). El programa Beatriu de Pinós va ser creat l'any 2006.

<i>Programa Ramón y Cajal: nous contractes (2003-2009)</i>							
<i>Entitat de recerca</i>	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CSIC	3	1	1	2		1	
ICN				1			
ICRA							1
ICIQ		1				1	
PCB	2		2				
UAB	3	1		2		1	
UB	5	1					1
UdG	1				1		1
URV	2		2			1	2
Total (química)	16	4	5	5	1	4	5
Total (Catalunya)	177	65	62	73	65	65	78
Percentatge de química sobre el total	9	6	8	7	1	6	6

Font: OR-IEC, a partir de resolucions publicades al lloc web del Ministeri de Ciència i Innovació (MICINN) i al *Bulletí Oficial de l'Estat* (BOE).

Nota: nous contractes laborals concedits (cinc anys de durada).

<i>Programa Juan de la Cierva: nous contractes (2004-2009)</i>						
<i>Entitat de recerca</i>	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CSIC	1			1		1
ICIQ		1	3	2	4	1
IBEC (des del 29.12.2005)					1	
Institut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM)			1			
PCB				1		
UAB	2	1	1		2	2
UB	2	3	2	4		
UdG	1					2
UPF					1	
URV		1	1	1		
Total (química)	6	6	8	9	8	6
Total (Catalunya)	103	93	118	125	107	93
Percentatge de química sobre el total	6	6	4	7	7	6

Font: OR-IEC, a partir de resolucions publicades al lloc web del MICINN i al BOE.

Nota: nous contractes laborals concedits (tres anys de durada). El Programa Juan de la Cierva va ser creat l'any 2004.

### **3.5. Personal investigador del sector públic**

Si fem una recapitulació de la informació donada en les taules 3.1 (397 PDI en les universitats), 2.2 (400 PI en els centres públics de recerca, excloent-ne els centres universitaris, perquè estan inclosos en la taula 3.1), 3.3 (286 en personal predoctoral) i 3.4 (18 en personal postdoctoral, excepte ICREA) i 22 investigadors ICREA, malgrat que hi pot haver algunes persones comptades dues vegades, tenim una aproximació bastant fiable del PI en química del sector públic al final del sexenni estudiat (2009), xifrada en 1.123 persones, deixant de banda PT, AS i la xarxa TECNIO (taula 2.3), perquè el PI ja es comptabilitza en les altres taules.

Al final del període estudiat en el report anterior (2002), el PI total del sector públic dedicat a la química es va comptabilitzar en 954 persones, la qual cosa permet estimar un augment del 7,8 %.

### **3.6. Personal dels grups de recerca**

En la taula 2.4 es mostra el personal adscrit als 71 grups de recerca consolidats, segons l'AGAUR (2009). Cal esmentar que aquestes dades provenen de l'enquesta directa als responsables dels grups. El personal total declarat (1.076) és sensiblement menor, però bastant coincident, del que hem comentat suara (1.123; vegeu l'epígraf 3.5). De totes maneres, el fet més rellevant que podem concloure de la comparació de totes dues xifres és que tot el personal del sector de la recerca pública en química es pot considerar, en general, com a PI en actiu, ja que pertany a un grup consolidat, la recerca del qual, de manera global encara que no individual, és sotmesa a una avaluació periòdica.

En el report anterior, el cens (per a l'any 2002) fou de 46 grups consolidats, formats per 773 investigadors. Per tant, l'augment del personal implicat ha estat important, de prop del 27 %.

Dels 1.076 investigadors censats ara (2009), el 29 % (317) són de química analítica, el 24 % (254) de química física, el 14 % (149) de química inorgànica i el 33 % (356) de química orgànica. El perfil de l'any 2002 era el següent: un 26 % de química

analítica, un 26 % de química física, un 14 % de química inorgànica i un 34 % de química orgànica.

La taula 2.4 també permet veure que un grup consolidat de química té aproximadament de mitjana 15 persones, amb una relació G/D de 0,95, que indica una certa preponderància del personal doctor sobre el personal en formació. De fet, els valors d'aquest coeficient superiors a 1 són indicadors de l'activitat formadora i de la potencialitat investigadora d'un grup. El 2002, el valor global d'aquest coeficient era de 1,00, la qual cosa probablement avisa d'una progressiva pèrdua de vitalitat del sistema de grups consolidats, que caldrà estudiar en els reports posteriors. Finalment, podem veure en la taula 2.4 que la relació G/D és diferent per a cada àrea de coneixement: pren valors més alts en el cas de la química analítica i la química orgànica, un fet que ja va ser detectat en el report anterior.

### ***3.7. Personal investigador del sector privat***

Catalunya representa una part considerable del teixit industrial estatal. De fet, és la font de més d'una quarta part del PIB industrial a l'Estat espanyol (26,5 %, l'any 2009) i concentra un 23 % de la població ocupada a la indústria del conjunt estatal.

Pel que fa al sector de la química, Catalunya és un dels territoris europeus amb més concentració d'ocupació, tant en termes absoluts com relatius. Amb tot, quan analitzem les dades disponibles, veiem que ha passat de 62.500 treballadors (9,73 % del sector industrial català, 2003) a 33.748 treballadors (6,72 %, 2009) (font: Institut d'Estadística de Catalunya [IDESCAT]). Per tant, durant el sexenni estudiat, hi ha hagut una forta contracció del personal, la qual és indicadora de l'entrada en una forta crisi econòmica, ben vigent encara en el moment de la redacció d'aquest report.

No hem pogut tenir a l'abast dades fiables del personal de R+D de la indústria química catalana. En la taula 3.6, en fem una estimació a partir de les dades globals disponibles. Per a totes les categories (investigadors, tècnics i auxiliars), podem xifrar-hi les persones ocupades en 1.752 i 1.552, al començament i a l'acabament del període estudiat, respectivament. Evidentment, aquestes xifres són pel cap baix, atès que corresponen a un valor mitjà estimatiu entre sectors industrials i no provenen d'una enquesta directa per al sector químic, el qual, ben segur, és en la franja alta entre els

sectors que més personal ocupen en R+D. Així i tot, aquestes dades són bastant coincidents amb les de l'IARDiC (2009), que xifra, per a l'any 2007, el personal d'aquesta classe en 1.850 persones, aproximadament, tot assenyalant que els sectors farmacèutic i químic són els que contracten més investigadors. En la taula 3.6 es diu també que malgrat la contracció de personal de R+D haguda en aquest sexenni, aquesta no ha afectat el personal pròpiament investigador, el qual ha crescut en comparació amb el personal tècnic o auxiliar.

Taula 3.6  
*Persones ocupades en R+D a la indústria i al sector químic*

Any	2003	2009
<i>Indústria</i>		
Investigadors	6.898	10.380
Tècnics	7.700	9.160
Auxiliar	3.412	3.559
Total	18.010	23.099
Ocupació del sector químic / ocupació del conjunt de sectors <sup>1</sup>	9,73 %	6,72 %
<i>Sector químic (estimació)</i>		
Investigadors	671	698
Tècnics	749	615
Auxiliars	332	239
Total	1.752	1.552

Font: IDESCAT

1. IAIC (2003 i 2009)

#### 4. RECURSOS ECONÒMICS

L'indicador més utilitzat per quantificar i valorar l'esforç en innovació tecnològica dels territoris és el grau de despesa interna en R+D en relació amb el PIB. Les dades de la taula 4.1 indiquen que Catalunya ha fet de manera continuada una despesa creixent en R+D i que aquesta ja és de prop de l'1,6-1,7 % del seu PIB al final del període estudiat, acostant-se a la mitjana de la UE-27 (1,77 %). En general, doncs, podem afirmar que Catalunya ha realitzat en aquest sexenni un esforç en R+D continuat i creixent, i, alhora, bastant convergent amb Europa. Ara bé, la despesa en recerca a Catalunya —i, de fet, al conjunt d'Espanya— és encara limitada i per sota dels països avançats de la UE. Segons l'*Informe COTEC 2009*, l'any 2006, l'esforç en R+D espanyol (1,20 %) era encara per sota de la UE-27 (1,77 %) i molt per sota de l'Organització de

Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE; 2,26 %). La taula 4.2 permet comparar l'esforç en R+D de Catalunya amb el d'alguns altres països. A tall d'exemple i en comparació amb els països que prenem sovint com a referència en el present estudi, podem veure-hi que, malgrat que Catalunya estigui per sobre d'Itàlia i Espanya, es troba encara per sota d'Irlanda i molt per sota de Suècia. La taula 4.2 també indica, en canvi, que l'esforç en personal de R+D que fa Catalunya és molt superior al d'Itàlia, Irlanda i Espanya, i inferior al de Suècia.

Taula 4.1  
*Despesa i esforç en R+D (2005-2009) a Catalunya, per sectors<sup>1</sup>*

	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Despesa en R+D</i>					
Administració pública	263,24	311,39	398,34	554,64	613,94
Ensenyament superior	578,58	598,03	677,38	724,40	752,81
Empreses i IPSAL <sup>2,3</sup>	1.460,53	1.704,96	1.833,01	2.007,34	1.917,74
Total Catalunya	2.302,35	2.614,38	2.908,73	3.286,38	3.284,49
Total Espanya	10.196,87	11.815,22	13.342,37	14.701,39	14.581,68
Percentatge Catalunya/Espanya	22,58	22,13	21,8	22,35	22,52
<i>Esforç en R+D</i>					
[Despesa sobre el PIB (%)]					
Administració pública	0,15	0,17	0,2	0,27	0,31
Ensenyament superior	0,34	0,32	0,34	0,35	0,38
Empreses i IPSAL <sup>2,3</sup>	0,86	0,93	0,93	0,98	0,98
Catalunya	1,35	1,42	1,48	1,61	1,68
Espanya	1,12	1,20	1,27	1,35	1,38

1. Despesa: en milers d'euros; esforç: percentatge de despesa sobre el PIB.

2. Institucions privades sense ànim de lucre.

3. Els valors corresponents a la empresa química serien un 15 % dels valors indicats.

Font: IDESCAT, a partir de dades de l'enquesta de R+D de l'INE.

Taula 4.2  
Dades macroscòpiques d'alguns països

<i>Població</i>	<i>PIB</i>	<i>Esforç en R+D</i>	<i>Personal R+D (EDP)</i>	<i>Esforç en personal R+D</i>
7,3	270,3	1,68	47.324	6.487
45,9	1.464,1	1,38	220.777	4.809
4,5	223,1	1,77	20.580	4.573
60,2	2.121,0	1,27	226.285	3.758
9,3	404,2	3,62	75.849	8.155
81,9	3.298,6	2,82	534.565	6.527
8,4	381,8	2,75	56.438	6.718
10,8	472,9	1,96	59.756	5.532
5,5	311,1	3,02	54.391	9.889
64,5	2.624,5	2,23	390.374	6.052
11,3	321,8	0,58 <sup>1</sup>	35.531 <sup>1</sup>	3.144
10,6	234,1	1,66	51.347	4.844
61,8	2.171,4	1,87	347.486	5.622
127,6	5.033,0	3,45 <sup>1</sup>	878.418	6.884
306,8	14.048,1	2,79 <sup>1</sup>	s. d.	

1. Dades del 2008 o el 2007.

Font: Banc Mundial, excepte per a Catalunya (INE i IDESCAT).

Població: en milions d'habitants (2009); PIB: en milers de milions de dòlars (2009); esforç en R+D: percentatge de despesa en R+D respecte al PIB; esforç en personal R+D: personal R+D per milió d'habitants. EDP: equivalent a dedicació plena; s. d.: sense dades.

En comparació amb el sexenni anterior, els nivells de despesa en R+D continuen augmentant significativament, tant en l'Administració pública com en les empreses. En canvi, per al sector universitari la situació es manté pràcticament estacionària. Segons la taula 4.1, els centres d'ensenyament superior concentraven l'any 2006, per exemple, el 22,9 % de la despesa en R+D realitzada a Catalunya aquell any. En el conjunt de l'Estat, aquest percentatge era més elevat (27,6 %), però del mateix ordre que el de la UE-27 (22,7 %) i molt per sobre del de l'OCDE (17,7 %).

Finalment, si volem extrapolar aquestes xifres globals a la química de casa nostra, les hem de multiplicar per 0,15, atès que el sector químic aporta el 15 % del PIB industrial català (IAIC, 2009).

#### **4.1. *Finançament públic***

En la taula 4.3 es dona compte de la naturalesa dels fons despesos en R+D pels diferents sectors. La despesa de R+D en l'Administració pública i l'ensenyament superior, pràcticament d'origen públic, s'ha desaccelerat cap al final del període estudiat. La participació del finançament privat en aquesta despesa, tradicionalment més aviat migrada, també ha entrat en un procés de desacceleració.



Taula 4.3

*Despesa en R+D,<sup>1</sup> naturalesa de la despesa efectuada per cada sector a Catalunya i variació interanual (2007-2009)*

	Valor			Variació (%)		
Anys	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Despesa total de R+D	2.908.727	3.286.376	3.284.487	11,3	13,0	-0,1
Administració pública i ensenyament superior	1.052.778	1.272.003	1.333.093	12,7	20,8	4,8
Administració pública	296.072	441.933	472.962	24,4	49,3	7
Ensenyament superior	569.843	610.584	644.800	12,4	7,1	5,6
Empreses i IPSAL	186.864	219.485	215.331	-1,1	17,5	-1,9
Empreses i IPSAL <sup>2</sup>	1.654.211	1.819.103	1.731.432	8,9	10,0	-4,8
Administració pública	69.780	74.860	98.370	41,3	7,3	31,4
Ensenyament superior	69.567	72.115	55.457	34,5	3,7	-23,1
Empreses i IPSAL	1.514.863	1.672.128	1.577.605	6,8	10,4	-5,7
Estranger	201.738	195.271	219.961	25,6	-3,2	12,6
Administració pública	32.484	37.845	42.606	35,0	16,5	12,6
Ensenyament superior	37.969	41.701	52.553	-3,1	9,8	26
Empreses i IPSAL	131.284	115.724	124.802	34,8	-11,9	7,8

1. Despesa en milers d'euros.

2. Els valors corresponents a la empresa química serien un 15 % dels valors indicats.

Font: IDESCAT, a partir de l'enquesta de R+D de l'INE

Si ens centrem en la química, el finançament d'origen públic de la recerca, a part del referent als recursos humans de les institucions públiques, que hem vist en l'apartat anterior, prové principalment de tres fonts: plans de recerca de la Generalitat de Catalunya (III Pla de Recerca de Catalunya 2001-2004 i IV Pla de Recerca i Innovació de Catalunya 2005-2008), el Pla Nacional de Recerca Científica, Desenvolupament i Innovació Tecnològica de l'Estat espanyol (2000-2003, 2004-2007 i 2008-2011) i els FP de R+D de la UE (FP6 2002-2006 i FP7 2007-2010).

Segons *Participació catalana a l'R+D europea* (2008), Catalunya va obtenir una subvenció de 221,5 milions d'euros (M€) de l'FP6 (el 24 % dels fons captats per l'Estat espanyol), de la qual les universitats van obtenir un 39 %, les empreses un 26 %, els centres de recerca un 17% i la resta va anar a parar a altres ens. Cal destacar el protagonisme de les nostres universitats a l'hora de captar fons europeus. Ara bé, en el marc europeu en conjunt, el protagonisme de les universitats és menor (32 %) i, és clar, el de les empreses és més gran.

Entre les prioritats temàtiques de l'FP6 (2002-2006), hi ha la de «Nanotecnologies i nanociències, materials funcionals basats en el coneixement i nous processos de producció i dispositius» (NMP), relacionada directament amb la química, la qual ha representat per al nostre sistema de recerca una subvenció de l'11,7 % dels fons totals rebuts a Catalunya procedents de l'FP6. Això fa que aquesta sigui la tercera àrea en quantitat de fons rebuts, després de «Tecnologies per a la societat de la informació» (IST; 31,4 % dels fons rebuts de l'FP6) i de «Ciències de la vida, genòmica i biotecnologia aplicades a la salut» (LifeSciHealth; 14,2 % dels fons rebuts de l'FP6), que també tenen impacte en la química. Per altra banda, la NMP, la IST i la LifeSciHealth a Catalunya han rebut, respectivament, el 22,1 %, el 26,2 % i el 32,7 % dels fons atorgats a Espanya pels respectius programes. Els primers resultats de la participació de Catalunya en l'FP7 (2007-2010), que també cobreix el present report, continuen centrant-se en la nanotecnologia, la qual ha rebut el 10,3 % del total de la subvenció aconseguida pels grups catalans en els tres primers anys de gestió del programa (240 M€).

La participació directa dels grups de recerca en química de Catalunya en els FP europeus vigents durant el sexenni estudiat, tant dels grups universitaris com dels constituïts dins els instituts de recerca, és detallada en les taules 4.4 i 4.5. En la taula 4.4 es detalla de manera bastant aproximada el perfil de les ajudes europees, procedents principalment de l'FP6 i l'FP7 (41 ajudes), que han anat a parar a mans de grups universitaris de recerca en

química de Catalunya. Recordem que les subvencions europees són multinacionals i, per tant, només una part de la subvenció total arriba a Catalunya (uns 7 M€), la qual ha estat d'un 5,5 % aproximat del total dels ajuts concedits a recerques amb participació de grups catalans. Una bona part dels fons europeus rebuts són per a accions de mobilitat i de recursos humans (programes «Mobility» [10] i «People» [6]) o de cooperació i entrenament científics (Associació Internacional per a la Promoció de la Cooperació amb els Científics dels Estats Independents de l'Antiga Unió Soviètica [INTAS], «Interreg», «Leonardo Da Vinci»). Com pertoca a la recerca universitària i al caràcter de ciència bàsica que té la química, els projectes de recerca subvencionats comprenen una gran varietat de programes: «Energia, ambient i desenvolupament sostenible» (EESD), IST, LifeSciHealth, «Ciutadans i governança en una societat basada en el coneixement» («Policies»), «Creixement competitiu i sostenible» («Growth»), «Qualitat i seguretat alimentàries» («Food»), NMP, «Accions de recerca en la frontera del coneixement» («Ideas», sota l'empareda del Consell Europeu de Recerca [ERC]) i Comunitat Europea d'Energia Atòmica (EURATOM). En la taula 4.4 també s'informa sobre el total concedit per als projectes en els quals participen grups universitaris catalans, el finançament corresponent rebut a Catalunya (5,5 %) i el nombre de grups catalans, el qual era del 7,9 % dels grups totals participants. Són uns índexs relativament alts, els quals són un bon indicador de la competitivitat i del caràcter transversal de la recerca universitària en química a Catalunya, atès que els grups catalans de química participen en programes de recerca de naturalesa diversa. Per altra banda, el 24 % dels projectes europeus en què participen els grups catalans de química són liderats pels grups de casa nostra. Aquest lideratge també és un bon índex indirecte del reconeixement de la química catalana a escala europea.

Taula 4.4  
*Participació de grups de recerca en química de les universitats catalanes en programes de recerca europeus (2003-2009)*

<i>Pla de recerca - programa</i>	<i>Nombre</i>	<i>Rol<sup>1</sup></i>	<i>Participants totals</i>	<i>Import total concedit (€)</i>	<i>Part corresponent (€)</i>
UAB: Departament de Química					
FP6-Mobility		C, C, P			
COST-CMST		P			
FP5-EESD (CSC)		P			
FP7-Regional		C			
FP6-IST (STReP)		P			
FP7-People		P			
INTAS		P			
Total aproximat	9		68	5.957.844	757.017
UB: departaments de Química Analítica, Química Física, Química Inorgànica i Química Orgànica					
FP6-Mobility		P, P, C, C			
COST-CMST		P			
FP6-LifeSciHealth (IP)		P			
Leonardo Da Vinci 2		P			
FP6-Policies (STReP)		P			
FP5-Growth		P			
FP6-Food (STReP)		P			
FP6-NMP (STReP)		P			
FP7-People		P			
Total aproximat	12		182	26.355.380	1.353.485
URV: departaments de Química Física i Inorgànica i de Química Analítica i Química Orgànica					
FP6-NMP (STReP)		P		2.144.194	326.706
FP6-IST (STReP)		P		1.947.000	357.625
FP6-Food (IP)		P		11.955.327	130.000
COST		P			s. d.
Total aproximat	4		64	16.046.521	814.331

UdG: Departament de Química i IQC					
FP7-People		C, P, C, C			
FP6-Mobility		P, C, P			
FP7-Ideas (ERC SG)		C			
Total aproximat	8		38	5.709.846	1.738.756
UdL: Departament de Química					
FP6-LifeSciHealth		P		443.878	9.360
FP7-NMP (SMP)		P		2.816.500	237.029
Interreg IV (2007-2013)		P			240.786
Total aproximat	3		23	3.260.378	487.175
URL: IQS					
FP5-Growth (CRC)		P			
LIFE 3 - Environment		P			
FP7-NMP (LSIP)					
FP6-EURATOM		P, P			
FP6-NMP (IP)		P			
Total aproximat	5		144	47.790.054	439.000
<b>Total aproximat</b>	<b>41</b>		<b>519</b>	<b>124.426.922</b>	<b>6.891.270</b>

1. C: coordinació; P: participant.

Import total dels projectes en què han participat ens de recerca catalans (IT): 124.426.922 €

Import estimat corresponent als 41 projectes catalans (IC): 6.891.270 €

Ens participants totals (NT): 519

Ens participants catalans (NC): 41

Índex de participació (NC/NT): 7,9 %

Lideratge intern (C/NC): 24 %

Índex de consecució (IC/IT): 5,5 %

Font: Elaboració pròpia.

Com és lògic, els instituts de recerca participen més intensament en els programes més adients a llurs finalitats (vegeu la taula 4.5), com són NMP (16 projectes) i «Desenvolupament sostenible, canvi global i ecosistemes» (SUSTDEV, «Environment») (14 projectes). En la taula 4.5 s'informa del total concedit per als projectes en els quals participen grups universitaris catalans i, a falta de dades reals, s'indica la part corresponent rebuda a Catalunya (6,7 %), dada deduïda a partir del nombre de grups catalans i del total de grups participants. És un índex relativament alt, el qual és un bon indicador de la competitivitat de la recerca en química a Catalunya. Per altra banda, el 22 % dels projectes europeus en què participen els grups catalans de química són liderats pels grups de casa nostra. Aquest lideratge també és un bon índex indirecte del reconeixement de la química catalana a escala europea. Per altra banda, en xifres absolutes, els instituts de recerca en química catalans recapten estimativament 2,4 vegades més fons que els grups de recerca de les universitats.

Taula 4.5  
*Participació de grups de recerca en química dels instituts de recerca catalans  
 en programes de recerca europeus (2003-2009)*

<i>Pla de recerca - programa</i>	<i>Participants</i>	<i>Rol</i>	<i>Participants totals</i>	<i>Import total concedit (€)</i>
<b>ICIQ</b>				
FP6-IST (IP)		P		
FP6-SUSTDEV		P		
FP7-People		C, C		
FP7-Energy (SME/2)		P, P		
FP7-EURATOM (CPG)		P		
FP6-NMP (STReP)		C		
FP6-Mobility		C		
FP7-Ideas (ERC-SG)		C		
Total	10		108	27.396.184 €
<b>ICMAB-CSIC</b>				
FP7-NMP (LSIP) (SME/2) (CPG)	5	P, P, P, P, P		
FP6-NMP (STReP/5) (IP)	8	C, P, C, P, P, P, P, P		
EUROCORES	2	C, P		
FP6-Society		P		
FP6-SUSTDEV (STReP)	2	P, P		
FP6		P		
FP6-Mobility	5	C, P, P, C, C		
FP7-EURATOM (CPG)		P		
FP6-Policies (STReP)		P		
FP7-People		C		
FP6-EURATOM (IP)		P		
Total	28		309	104.961.785 €
<b>IIQAB-CSIC</b>				
FP6-SUSTDEV (STReP/3) (IP/4)	11	P, P, P, P, P, P, P, P, P, P, P		
FP6-Mobility		C		

FP6-NMP (STReP)		P		
FP5-LIFE		P		
FP6-Innovation		P		
FP5-EESD (CSC)		P		
FP6-INCO (IP)	2	C, C		
FP5-Growth (CRS)		P		
FP6-Food (STReP)		P		
FP6-Policies (STReP/2)	2	P, P		
FP5-EESD		P		
FP6-IST (STReP)		P		
Total	24		475	79.460.429 €
IDAEA-CSIC				
FP7-Energy (CPG)		P		
FP7-KBBE (LSIP)		P		
FP7-Environment (LSIP) (SME/2)	4	P, P, P, P		
FP7-People		P		
Total	7		128	30.779.074 €
IQAC-CSIC				
FP7-NMP (SME)		P, P		
COST		P		
FP7-People		C		
Total	4		65	
				5.209.710 €
<b>Total</b>	<b>73</b>		<b>1085</b>	<b>247.807.182 €</b>

Import total dels projectes en què han participat instituts de recerca catalans (IT): 247.807.182 €

Import estimat corresponent dels 73 projectes catalans (IT · NC / NT): 16.672.741€ (6,7 % IT)

Participants totals (NT): 1.085

Participants catalans (NC): 73

Índex de participació (NC/NT): 6,7 %

Índex de lideratge intern (C/NC): 22 %

Font: Elaboració pròpia.



En la taula 4.6 es mostra el finançament rebut a Catalunya procedent de l'Estat espanyol per a projectes de recerca en química, a l'empara dels diferents plans nacionals espanyols de R+D+I, desplegats durant el sexenni que cobreix el present report. En total, foren finançats 433 projectes (el 22,23 % de tots els projectes subvencionats del camp «Ciències i tecnologies químiques», els quals han rebut el 26,41 % dels fons adjudicats a aquest camp), amb un import mitjà de 195.618 euros (€) per projecte. Cal remarcar que els «préstecs» són crèdits a retornar per a inversions de recerca i que han estat, en aquestes convocatòries, del mateix ordre que el finançament directe rebut pels projectes de recerca. Amb tot, aquestes dades reflecteixen clarament la tradicional presència de la recerca química catalana en el context espanyol. Cal afegir que els grups de recerca en química també són presents en altres programes dels plans nacionals espanyols de R+D+I.

Taula 4.6  
*Projectes de recerca subvencionats pels plans espanyols de R+D+I (2003-2009)*

<i>Programa</i>	<i>Projectes</i>	<i>Préstecs (€)</i>	<i>Subvencions (€)</i>	<i>Projectes</i>	<i>Préstecs (€)</i>	<i>Subvencions (€)</i>
	<i>Catalunya</i>			<i>Espanya</i>		
Any 2003						
Programa Nacional de Promoció General del Coneixement (Química)	24		1.777.190	132		9.053.650
Programa Nacional de Processos i Productes Químics	25	8.861.923	753.669	117	14.632.241	6.878.600
Programa Nacional de Ciències i Tecnologies Químiques						
Any 2004	56	14.512.200	4.443.000	292	28.331.300	26.992.000
Any 2005	71	8.161.400	6.263.100	287	23.656.000	25.035.900
Any 2006	70	899.000	11.077.300	336	17.303.900	37.535.200
Any 2007	75	7.327.700	6.651.570	288	23.736.910	44.649.450
Programa Nacional de Ciències i Tecnologies Químiques						
Any 2008	60		7.398.061	244		33.593.576
Any 2009	52		6.603.696	251		29.301.185
Total	433	39.762.223	44.967.586	1.947	107.660.351	213.039.561
Total global			84.702.809			320.699.912
Subvenció mitjana per projecte			195.618			164.715
Relació Catalunya/Espanya en projectes			22,23 %			
Relació Catalunya/Espanya en import de les ajudes			26,41 %			

Font: Elaboració pròpia.

Recapitulant els paràgrafs anteriors, podem estimar aproximadament les subvencions públiques directes destinades a la recerca en química a Catalunya, durant el període 2003-2009, a partir de les dades següents: 6,9 M€ de programes europeus desenvolupats per les universitats (taula 4.4), 16,6 M€ de programes europeus duts a terme pels centres de recerca (taula 4.5) i 84,7 M€ de programes espanyols (taula.4.6). Aquest total de 108,2 M€ per al sexenni estudiat és clarament superior al del sexenni anterior per als mateixos conceptes (41,6 M€).

A més a més, durant el sexenni estudiat, l'Estat ha posat en marxa actuacions estratègiques per a activitats científiques d'alt nivell que promoguin un avenç significatiu en l'estat del coneixement o que estiguin situades en la frontera d'aquest, i, sempre que sigui possible, amb un fort component de transferència tecnològica i de resultats (programa CONSOLIDER). Els projectes d'aquest programa es basen en la coordinació de molts grups de recerca amb un objectiu comú. Els grups de recerca catalans hi han participat intensament i en diversos projectes, els quals tenen un import mitjà d'uns 3,5-4 M€, però amb molts grups participants per projecte. Respecte a la química, i només a tall d'exemple, esmentem a continuació els projectes liderats des de Catalunya: «Disseny de catalitzadors per a una química sostenible. Una aproximació integrada» (INTECAT; Institut Català d'Investigació Química [ICIQ], 2006), «Materials avançats i nanotecnologies per a dispositius i sistemes elèctrics, electrònics i magnetoelectrònics innovadors» (Nanoselect; ICMAB, 2007), Equip de Recerca Multidisciplinari sobre Canvis Climàtics Graduals i Abruptes i els seus Efectes Ambientals (GRACCIE; IIQAB, 2007) i «Avaluació i predicció dels efectes del canvi global en la quantitat i la qualitat de l'aigua en rius ibèrics» (IIQAB, 2009).

Durant el període analitzat, a Catalunya s'hi ha desenvolupat el III Pla de Recerca (2001-2004) i el IV Pla de Recerca i Innovació (2005-2008). Els plans de recerca de Catalunya han estat dissenyats de manera que mantinguin una estreta interacció i coordinació amb la política científica estatal i europea. Ambdós plans han tingut característiques molt similars i, abans que finançar directament projectes de recerca, s'han orientat principalment a donar suport als investigadors i als grups de recerca, amb la finalitat de potenciar-ne la capacitat investigadora i d'incrementar les possibilitats d'accedir a projectes estatals i europeus i desenvolupar-los. Les principals actuacions dels plans de recerca s'han dut a terme a través del Programa de Personal de Recerca (vegeu l'apartat 3) i el Programa de Centres i Infraestructures de Recerca. Cal dir que en aquests programes no hi ha accions específiques en el camp de la química.

A més a més, en l'àmbit universitari cal tenir en compte els convenis de recerca específics procedents del sector privat (que no s'han comptabilitzat aquí).

Per altra banda, s'han posat instruments públics de finançament per a projectes de R+D i innovació a disposició de les empreses, a través d'ACC1Ó: principalment s'articulen mitjançant subvencions a fons perdut (ajuts) o instruments de finançament (préstecs i crèdits). En l'àmbit estatal, l'organisme de referència és el Centre per al Desenvolupament Tecnològic Industrial (CDTI), entitat pública dependent del Ministeri de Ciència i Innovació de l'Estat espanyol, que promou la innovació i el desenvolupament tecnològic de les empreses espanyoles.

#### **4.2. Finançament privat**

En la taula 4.1 es diu que el gruix principal de la despesa en R+D prové de la indústria. Així, si prenem com a referència l'any 2006, el 65,2 % de la despesa en R+D correspon a les empreses i les entitats sense ànim de lucre, percentatge que se situa per sobre de la mitjana estatal (55,7 %) i de la UE-27 (63,5 %), però per sota de l'OCDE (68,0 %). Ara bé, l'any 2009, la despesa relativa en R+D de les empreses havia baixat a un 58,3 %; per tant, havien pres protagonisme els altres sectors.

La despesa en R+D va ser de 3.284,5 M€ l'any 2009, al final del sexenni estudiat. Representa un 22,5 % de la despesa de R+D espanyola, que va ser de 14.581,7 M€ aquest mateix any. En la taula 4.3 es mostra el finançament de la R+D a Catalunya segons la naturalesa de la despesa feta per cada sector, on podem veure augments interanuals en l'Administració pública i l'ensenyament superior (4,8 %) i en les despeses a l'estranger (12,6 %). En canvi, la despesa interna del sector de les empreses i les institucions privades sense afany de lucre va créixer un 4,8 %. Aquest tret ja va ser observat en el report anterior, tot destacant que possiblement estàvem assistint a una externalització a l'estranger de la R+D de la química per part de les empreses. Tots aquests indicadors seran cabdals en un futur report, que vagi més enllà de l'any 2009 i estudiï l'impacte de la crisi econòmica apareguda al final del sexenni estudiat.

Segons la taula 4.3, *grosso modo*, la despesa de R+D en l'esfera pública és del mateix ordre que en la privada. L'any 2009, les empreses catalanes van dependre

internament en R+D 1.555 M€, a més de 215 M€ en l'Administració i les universitats i 124 M€ a l'estranger: és a dir, han externalitzat un 21 % les tasques de R+D.

Per altra banda, l'IAIC (2009) diu que el sector químic és el primer inversor en R+D+I i en protecció del medi ambient a l'Estat espanyol. Com que el sector químic és responsable del 15 % del PIB industrial català (vegeu l'apartat 1), de la taula 4.1, podem estimar-ne que, com a mínim i com a mitjana anual al final del període (2009), la despesa del sector en R+D va ser de prop de 285 M€.

Finalment, volem recordar que, a partir de l'any 2006, l'Estat ha implementat el programa Consorcis Estratègics Nacionals d'Investigació Tècnica (CENIT), per al finançament de grans projectes d'investigació industrial de caràcter estratègic, gran dimensió i llarg abast, en àrees tecnològiques de futur i amb projecció internacional potencial. Són projectes de 12 M€ de mitjana. Respecte a la química, i només a tall d'exemple, esmentem a continuació els projectes liderats des de Catalunya: «Desenvolupaments tecnològics cap al cicle urbà de l'aigua autosostenible» (Sostaqua; Agbar, 2007), «Solucions per a la producció d'hidrogen energètic» (Sphera; Gas Natural, 2007) i «Noves utilitzacions industrials sostenibles del CO<sub>2</sub>» (SOST-CO<sub>2</sub>; Carburants Metàl·lics, 2008).

## 5. PRODUCCIÓ CIENTÍFICA

### 5.1. Tesis doctorals

En la taula 5.1 es dona notícia de les tesis doctorals en química que s'han llegit a Catalunya durant el període estudiat (2003-2009), curs per curs. Són 783 tesis en un sexenni; es tracta d'un increment important en relació amb el report anterior (1996-2002), quan en foren 545, per a un mateix nombre d'anys. L'augment entre els dos períodes comparats és del 43,6 %. Aquest ritme de creixement de la producció de doctors en química de les universitats catalanes ha estat constant des del primer report (1990-1995). Així, hom ja detectà un creixement de la mitjana anual del 30 % entre el primer i el segon report. Pel que fa a la distribució de les tesis per universitats, no s'observen variacions significatives durant el període estudiat en relació amb el període anterior: la Universitat de Barcelona (UB), la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) i la Universitat Rovira i Virgili (URV), per aquest ordre, són les universitats que produeixen més doctorats en química.

Taula 5.1

*Tesis doctorals de ciències químiques de les universitats catalanes i del total de les universitats espanyoles (2002-2009)*

<i>Universitats</i>	<i>2002-2003</i>	<i>2003-2004</i>	<i>2004-2005</i>	<i>2005-2006</i>	<i>2006-2007</i>	<i>2007-2008</i>	<i>2008-2009</i>	<i>Total</i>	<i>Mitjana anual</i>
UAB	14	34	28	25	41	21	33	196	
UB	48	34	36	47	73	52	51	341	
UdG	3	7	6	10	6	4	10	46	
UdL	1			1	1	3		6	
UVic									
Universitat Internacional de Catalunya (UIC)									
Universitat Oberta de Catalunya (UOC)									
UPC	8	5	7	3	6	5	3	37	
UPF		2	1	1	1	1		6	
URL	4	5	6	11	9	7	5	47	
URV	27	10	15	14	18	12	8	104	
Universitats catalanes	105	97	99	112	155	105	110	783	112
Universitats espanyoles	556	552	541	583	570	518	528	3.848	550

Font: INE.

Nota: l'INE classifica les tesis doctorals en funció dels estudis universitaris d'origen del doctorand.

Aquest ritme de creixement de doctors en química caldrà analitzar-lo més detalladament quan hom disposi de dades adients. Per una banda, tal com hem assenyalat en l'epígraf 3.3, les beques i els ajuts per a la formació de personal universitari de postgrau, atorgats tant per l'Administració catalana com per l'estatal i rebuts per estudiants de les universitats catalanes, de l'inici al final del període estudiat, han anat davallant sensiblement. Per l'altra, els nous programes de reincorporació de doctors promoguts per l'Administració central i l'autonòmica (vegeu les taules 3.4 i 3.5) ben segur que estimulen que més llicenciats completin la seva formació amb un doctorat. Així i tot, tal com esmentàvem en el report anterior, el percentatge de llicenciats que fan el doctorat continua sent baix, si es compara amb el dels països occidentals capdavanters en el món de la recerca. Això, a casa nostra, està relacionat amb el fet que pràcticament només el sector públic (les universitats i els centres de recerca, principalment el CSIC) té doctors en les plantilles de personal. La petita i mitjana indústria química catalana i espanyola, per les seves dimensions, estructura i tradició, no incorpora doctors d'una manera significativa. El fet que les grans empreses químiques multinacionals tinguin els centres de recerca als països d'origen respectius tampoc no afavoreix la sortida professional de les persones amb la titulació esmentada.

A Espanya, entre els anys 2003 i 2009, s'hi han doctorat en ciències químiques 3.848 alumnes. Tenint en compte aquestes dades, les quals són recopilades segons la universitat d'origen de l'estudiant, en el període analitzat, Catalunya ha generat el 20,0 % dels doctors en química espanyols, mentre que en el període 1996-2002, el percentatge fou del 16,5 %, i entre el 1990 i el 1995, també del 20,0 %. Per tant, al llarg d'aquests darrers vint anys, hom pot estimar que prop d'una cinquena part dels doctors en química de l'Estat espanyol provenen de les universitats catalanes.

## **5.2. Publicacions**

Per analitzar la producció científica del període estudiat (2003-2009), s'ha utilitzat la base de dades de l'SCI, publicada per l'Institute for Scientific Information (ISI) i comercialitzada per Thomson Reuters - ISI.

Tal com vam fer en el report anterior, el camp estudiat consta d'onze categories o especialitats (vegeu la taula 5.2), de les més de trenta en què l'SCI organitza les revistes científiques. Aquestes categories són les següents: «Química», «Química analítica», «Química aplicada», «Química inorgànica i nuclear», «Química mèdica», «Química orgànica», «Química física», «Electroquímica», «Física química atòmica i molecular», «Polímers» i «Espectroscòpia». No s'han considerat, doncs, altres categories que contenen també revistes del món de la química, com són la major part de les dels àmbits de la bioquímica, els materials, l'enginyeria química, l'enginyeria i la metal·lúrgia, entre d'altres. La pràctica totalitat d'aquestes categories citades és objecte d'altres reports d'aquesta mateixa sèrie. La química ambiental no té una categoria definida en l'SCI i, per tant, no ha pogut ser recollida aquí.

Taula 5.2  
*Categories de química de l'SCI considerades en aquest estudi i nombre de revistes de cada categoria (2009)*

<i>Categories</i>	<i>Revistes</i>
Química (multidisciplinària)	140
Química analítica	70
Química aplicada	64
Química inorgànica (i nuclear)	44
Química mèdica	46
Química orgànica	57
Química física	121
Electroquímica	24
Física química atòmica i molecular	33
Polímers	76
Espectroscòpia	39
Total (amb duplicats)	714
Total (sense duplicats)	593

Font: SCI.

Aquestes onze categories són de contingut bastant heterogeni, en el sentit que si bé algunes semblen correspondre directament a una de les especialitats tradicionals de la química de casa nostra, com són la química analítica, la química inorgànica o la química



orgànica, s'ha de tenir present que els resultats en camps de treball interdisciplinaris, com ara la química organometàl·lica, es poden recollir tant en revistes de química inorgànica com d'orgànica. En altres casos, com ara la química física, la correspondència entre l'àrea de coneixement a casa nostra i la categoria de l'SCI no és tan directa. Així, sovint es troba que la química física, a més d'aquesta especialitat pròpiament dita, apareix en revistes contingudes en altres categories, com ara la física química atòmica i molecular, l'electroquímica i, en menor grau, l'espectroscòpia. Per això, si bé la major part de revistes només pertany a una sola categoria, n'hi ha unes quantes que ho fan a més d'una.

D'altra banda, s'ha de reconèixer que les categories «Química» i «Química aplicada» tenen uns noms no gaire informatius sobre quines revistes apleguen. Pel que fa a la categoria «Química», s'hi troben les publicacions de les diferents societats nacionals, com, per exemple, *Journal of the American Chemical Society*, que s'ocupen de diverses branques de la química, o bé publicacions especialitzades en treballs de revisions, com són *Accounts of Chemical Research* o *Chemical Reviews*, entre d'altres.

Les onze categories estudiades integren un total de 714 revistes, que es reparteixen segons s'indica en la taula 5.2. D'aquestes revistes, 121 apareixen en dues o tres categories diferents; de fet, les publicacions de les onze categories corresponen a un total de 593 revistes concretes. En el report anterior, l'estudi es va dur a terme amb un corpus una mica més limitat de 533 revistes.

De manera general, l'anàlisi següent, tant pel que fa a la part de producció com de qualitat, s'ha treballat amb les publicacions incloses en les onze categories: situació que implica, òbviament, la duplicació en el recompte dels articles publicats en revistes que apareixen en dues categories o més. En el present report, les revistes duplicades (121) representen un 17 % del total, extrapolable, doncs, també al nombre de citacions repetides.

Com en els reports anteriors, el nombre de contribucions catalanes s'ha comparat amb el d'Espanya (incloent-hi Catalunya), Irlanda, Itàlia, Suècia i el de tot el món (vegeu la taula 5.3). Itàlia i Irlanda han estat escollits pel fet de ser els dos països més propers a Espanya en despesa en R+D percentual sobre el PIB, i Suècia, perquè és un país desenvolupat, amb una estructura científica molt consolidada i amb un considerable esforç en R+D (vegeu la taula 4.2).

Taula 5.3  
*Total d'articles científics de química publicats al món i a diversos països, classificats per especialitats (2003-2009)*

Categories	Món		Catalunya		Espanya		Irlanda		Itàlia		Suècia	
	Articles	%	Articles	%	Articles	%	Articles	%	Articles	%	Articles	%
Química	212.606	17,9 %	1.670	15,3 %	5.757	11,6 %	519	13,3 %	5.014	10,1 %	2.132	13,1 %
Química analítica	110.929	9,4 %	1.675	15,3 %	7.245	14,6 %	554	14,2 %	5.282	10,6 %	1.989	12,2 %
Química aplicada	65.998	5,6 %	620	5,7 %	4.344	8,7 %	293	7,5 %	2.901	5,8 %	708	4,4 %
Química inorgànica	78.225	6,6 %	1.096	10,0 %	4.108	8,3 %	267	6,8 %	3.468	7,0 %	804	4,9 %
Química mèdica	56.816	4,8 %	383	3,5 %	1.535	3,1 %	120	3,1 %	3.436	6,9 %	665	4,1 %
Química orgànica	129.064	10,9 %	1.144	10,5 %	5.581	11,2 %	495	12,7 %	6.111	12,3 %	1.350	8,3 %
Química física	243.997	20,6 %	2.028	18,5 %	10.651	21,4 %	852	21,9 %	10.124	20,3 %	4.112	25,3 %
Electroquímica	49.744	4,2 %	551	5,0 %	1.952	3,9 %	284	7,3 %	2.047	4,1 %	562	3,5 %
Física química atòmica i molecular	95.812	8,1 %	964	8,8 %	4.262	8,6 %	274	7,0 %	5.212	10,5 %	2.214	13,6 %
Polímers	94.247	7,9 %	539	4,9 %	2.525	5,1 %	158	4,1 %	2.713	5,5 %	859	5,3 %
Espectroscòpia	48.929	4,1 %	277	2,5 %	1.721	3,5 %	82	2,1 %	3.452	6,9 %	870	5,3 %
Total	1.186.367	100,0 %	10.947	100,0 %	49.681	100,0 %	3.898	100,0 %	49.760	100,0 %	16.265	100,0 %
Percentatge país/món			0,92 %		4,18 %		0,33 %		4,19 %		1,37 %	
Percentatge Catalunya/país	0,92 %				22,03 %		280,83 %		21,99 %		67,3 %	
1996-2002												
Percentatge país/món			0,79 %		4,02 %		0,42 %		4,24 %		1,49 %	
Percentatge Catalunya/país	0,79 %				19,7 %		189,56 %		18,71 %		53,02 %	

Font: SCI.

## Producció

Per tal d'analitzar la producció científica en el període considerat en aquest report, s'ha començat cercant entre totes les publicacions de l'SCI aquelles en les quals hi ha algun autor català, és a dir, adscrit a un centre localitzat a Catalunya: n'ha resultat una producció de 10.947 articles, tal com es recull en la taula 5.3. De manera similar s'ha procedit per tal d'obtenir la producció en els altres països considerats, conjuntament amb la producció científica de tot el món. Ara bé, i tal com s'ha indicat, de manera semblant entre les onze categories, les dades referents a la producció de Catalunya i dels altres països considerats inclouen les repeticions.

En la taula 5.3 es dona el nombre de publicacions per països i categories (especialitats) i es mostren també els percentatges en cada categoria dins de cada país, amb la finalitat de comparar el perfil de la producció per categories en cadascun dels països considerats.

Si es comparen els valors de la producció total mundial en el període 2003-2009 (1.186.367) amb els corresponents a l'anterior report (869.295), s'hi observa que el nombre total de publicacions en química ha augmentat significativament (prop del 36,4 %), i el mateix ha passat en cadascun dels països considerats. Ara bé, aquest augment no és analitzable directament, atès que, com hem dit més amunt, el corpus de revistes analitzat en el present estudi (593 revistes) és més gran que el de l'anterior report (533 revistes).

Pel que fa a la producció global en química, Catalunya representa el 0,92 % del nombre de publicacions mundials, enfront del 4,18 %, 0,33 %, 4,19 % i 1,37 % d'Espanya, Irlanda, Itàlia i Suècia, respectivament (taula 5.3). Tanmateix, la producció catalana, ara comparada amb la d'aquests països, mostra relacions del 22,03 %, 280,83 %, 21,99 % i 67,30 %, respectivament (taula 5.3), les quals, en comparació amb el report anterior, han augmentat respecte a Espanya, Irlanda, Itàlia i Suècia (19,70 %, 189,56 %, 18,71 % i 53,02 %, respectivament, en el report del període 1996-2002).

A partir de les dades recollides en la taula 5.3, es pot fer una anàlisi del perfil de la producció de Catalunya, en percentatges de cada categoria en relació amb els altres països. S'hi observen els següents fets:

— Respecte al món, la recerca en química presenta a Catalunya una dedicació més alta a la química analítica i la química inorgànica; en canvi, té paràmetres relatius semblants al món respecte a la química orgànica i lleugerament menors en química física.

— Respecte a Espanya, la producció interna en química presenta a Catalunya una intensificació relativa més gran també en química analítica i en química inorgànica. En canvi, és lleugerament menor en química orgànica i en química física.

— La producció relativa interna en química analítica i, especialment, en química inorgànica és més elevada a Catalunya que a Espanya, Irlanda, Itàlia i Suècia.

## Qualitat

La qualitat de les publicacions catalanes s'ha estudiat, tal com es va fer en el report anterior, mitjançant l'anàlisi de quartils de les revistes on s'han publicat les contribucions catalanes agrupades en onze categories, i alhora s'han comparat els resultats amb els dels altres països considerats en aquest report. Aquest estudi s'ha completat amb la comparació del nombre de citacions de les publicacions catalanes amb el dels altres països.

La base de dades de l'SCI classifica les revistes en funció de l'índex d'impacte: aquest índex es calcula cada any i es defineix com el nombre de citacions que reben els articles d'una revista durant els dos anys següents a la seva aparició, dividit pel nombre d'articles publicats per la revista durant l'any objecte d'estudi. L'anàlisi s'ha fet amb els índexs d'impacte de l'any 2009.

En la taula 5.4 es recull la classificació en quartils de les 593 revistes de les onze categories estudiades. S'hi observa que les 148 revistes del primer quartil tenen un índex d'impacte comprès entre 35,957 i 2,695; si es considera el segon quartil, l'índex d'impacte davalla fins a l'1,505.

Taula 5.4

*Distribució de les revistes de les onze categories de l'SCI, segons l'índex d'impacte (2009)*

<i>Quartil</i>	<i>Revistes</i>	<i>Índex d'impacte</i>
Primer	1-148	35,957-2,695
Segon	149-296	2,677-1,505
Tercer	297-444	1,496-0,706
Quart	445-593	0,702-0,0

Font: SCI

En la taula 5.5 es presenta l'anàlisi de quartils dels articles científics (sense duplicacions) fets a Catalunya. S'hi observa que el 63,3 % han aparegut en revistes del primer quartil, i si es consideren també els articles publicats en les revistes del segon quartil, el percentatge arriba al 87,1 %. Catalunya té relativament més articles en revistes del primer quartil que Espanya, Irlanda, Itàlia o Suècia. En l'anterior report, es va comptabilitzar per a Catalunya que el valor del primer quartil era del 57,9 %, i la suma dels dos primers quartils (87,0 %) era la mateixa que la de l'actual report, la qual cosa indica una clara millora de l'impacte de les contribucions catalanes durant el sexenni estudiat.

Taula 5.5  
*Distribució en quartils de les publicacions (2009)*

Quartil	Món		Catalunya		Espanya		Irlanda		Itàlia		Suècia	
	Articles	%	Articles	%	Articles	%	Articles	%	Articles	%	Articles	%
Primer	417.556	43,6 %	5.566	63,3 %	23.133	57,6 %	1.840	59,5 %	20.242	51,6 %	7.328	57,9 %
Segon	252.816	26,4 %	2.090	23,8 %	11.408	28,4 %	881	28,5 %	11.349	29,0 %	3.378	26,7 %
Tercer	164.787	17,2 %	798	9,1 %	4.218	10,5 %	272	8,8 %	6.434	16,4 %	1.519	12,0 %
Quart	121.610	12,7 %	337	3,8 %	1.391	3,5 %	97	3,1 %	1.169	3,0 %	422	3,3 %
Total	956.769	100,0 %	8.791	100,0 %	40.150	100,0 %	3.090	100,0 %	39.194	100,0 %	12.647	100,0 %

Font: SCI.

Dades dels articles sense duplicacions.

Si s'analitzen els resultats en funció de les categories, cal basar-nos en la taula 5.6, en què es classifiquen les revistes (amb duplicacions) del primer quartil de l'índex d'impacte, amb el nombre d'articles per categoria i el pes relatiu de cada categoria en el total. Segons aquesta anàlisi, la recerca més reconeguda en química se sustenta majoritàriament en la química analítica i en la química física: aquestes disciplines conjuntament (i conjuntament amb l'electroquímica i la física química atòmica i molecular) acaparen gairebé el 50 % de les publicacions.

Taula 5.6  
*Distribució dels articles publicats per autors catalans en revistes del primer quartil d'índex d'impacte*

<i>Categories</i>	<i>Revistes</i>	<i>Articles</i>	<i>%</i>
Química	36	1.162	17,5%
Química analítica	15	1.157	17,4%
Química aplicada	7	182	2,7%
Química inorgànica	12	621	9,3%
Química mèdica	17	253	3,8%
Química orgànica	18	749	11,3%
Química física	39	1.143	17,2%
Electroquímica	5	343	5,2%
Física química atòmica i molecular	9	711	10,7%
Polímers	13	245	3,7%
Espectroscòpia	10	91	1,4%
Total (amb duplicats)	181	6.657	100,0%
Total (sense duplicats)	148		

Font: SCI

S'ha de recordar, una vegada més, que aquests valors no representen la qualitat de la recerca en les àrees tradicionals de la química, sinó que s'obtenen dels articles publicats en unes determinades agrupacions de revistes, considerades de més qualitat o de més impacte científic. Avui dia, i cada cop més, la interrelació entre els diferents àmbits de la mateixa química i entre la química i altres ciències properes és tan àmplia i intensa que les àrees de coneixement tenen més un sentit administratiu que de contingut científic real.

En la taula 5.5 es recullen els percentatges de les publicacions dels països de comparació i de tot el món per quartils. Quan es comparen aquestes dades amb les corresponents a Catalunya, veiem que, en general, els països considerats publiquen també la major part dels seus articles en revistes del primer quartil. Dins d'aquests valors semblants,

Catalunya clarament està per sobre de tots els altres països considerats i molt clarament per sobre del valor mundial. En relació amb el total d'Espanya, amb un 57,6 % i un 28,4 % per al primer i el segon quartil, respectivament, els valors de Catalunya (63,3 % i 23,8 %) són francament millors —sobretot pel que fa a la presència d'articles en el primer quartil. Cal destacar també el valor molt baix de les publicacions en les revistes del quart quartil, tant a Catalunya com a tots els països de comparació.

Finalment, en la taula 5.7 es comparen les citacions que han rebut els articles d'investigadors catalans i espanyols durant el sexenni estudiat. En totes les especialitats, excepte en la de polímers, la recerca de matriu catalana ha obtingut un nombre de citacions per document superior a l'espanyola. En termes mitjans, mentre que Catalunya aporta el 21,7 % de les contribucions espanyoles, el 23,7 % de les citacions que reben aquestes corresponen a articles d'origen català.

Taula 5.7  
 Articles i citacions de química corresponents a investigadors catalans i espanyols classificats per categories ISI (2003-2009)

<i>Especialitat</i>	<i>Catalunya</i>				<i>Espanya</i>			<i>Catalunya/ Espanya (%)</i>
	<i>Articles</i>	<i>Citacions</i>	<i>Citacions/article</i>		<i>Articles</i>	<i>Citacions</i>	<i>Citacions/article</i>	
Química	1.683	34.325	20,4		5.757	116.603	20,3	
Química analítica	1.681	28.391	16,9		7.245	106.999	14,8	
Química aplicada	620	8.974	14,5		4.344	59.887	13,8	
Química inorgànica	1.099	17.563	15,9		4.108	57.376	14,0	
Química mèdica	384	4.878	12,7		1.535	19.466	12,7	
Química orgànica	1.145	16.904	14,7		5.581	77.326	13,8	
Química física	2.037	32.652	16,1		10.134	152.831	15,1	
Electroquímica	552	9.043	16,4		3.223	48.384	15,0	
Física química atòmica i molecular	970	13.974	14,4		4.262	51.165	12,0	
Polímers	541	5.762	10,6		2.525	28.676	11,3	
Espectroscòpia	231	2.710	11,7		1.721	18.877	10,9	
Total	10.943	175.176			50.435	737.590		
Mitjana de citacions per article durant aquest període			16				14,6	
Mitjana d'articles per any			1.563				7.205	21,7 %
Mitjana de citacions anuals			25.025				105.370	23,7 %

Font: SCI.



### **5.3. Patents**

Un altre indicador a considerar de la producció en la recerca desenvolupada en un país, tal com es va fer en l'anterior report, és el nombre de patents realitzades en el període de temps estudiat. Com és ben sabut, les patents es refereixen a productes acabats, tot fent referència a mètodes i procediments, i poden, d'alguna manera, donar una idea del caràcter aplicat de la recerca feta. En la taula 5.8 es recull el nombre de patents relacionades amb el camp de la química, a Catalunya i a l'Estat espanyol, presentades a l'Oficina Espanyola de Patents i Marques (OEPM), dins el quinquenni 2003-2008. Tant a Catalunya com a Espanya, el nombre de patents de química presentades és de prop del 20 % del total de les sol·licituds de patents efectuades durant aquest període. El 27 % de les patents de química tramitades davant d'aquesta oficina són d'origen català, la qual cosa segurament és indicadora del pes de la indústria química catalana en el conjunt d'aquest sector a escala estatal.

Taula 5.8  
Patents sol·licitades a l'Oficina Espanyola de Patents i Marques (OEPM) i a l'Oficina Europea de Patents (EPO)

**OEPM**

País	Àrea	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	Química/total (%)	Catalunya/Espanya (%)
Catalunya	Química	90	121	127	118	96	124	676	20,0 %	27,6 %
	Total	521	577	639	611	491	538	3.377		
Espanya	Química	448	394	407	393	338	464	2.444	20,0 %	
	Total	1.966	1.977	2.084	2.036	1.948	2.195	12.206		

Font: *Estadística de propiedad industrial*. Oficina Española de Patentes y Marcas.

Codis de la Classificació Internacional de Patents (CIP): A61, «Ciències mèdiques i veterinàries; higiene»; C, «Química; metal·lúrgia».

**EPO**

Territori	Àrea	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	Química/total (%)	Catalunya/Espanya (%) - Catalunya/UE-27 (%)
Catalunya	Química	101,04	179,31	200,83	201,96	198,19	159,57	1040,9	36,5 %	
	Total	398,27	481,19	503,22	522,55	509,8	432,53	2.847,56		
Espanya	Química	223,79	355,23	407,12	381,5	402,62	322,91	2.093,17	27,4 %	49,7 %
	Total	958,7	1.208,50	1.347,91	1.335,95	1.368,25	1.421,50	7.640,81		
UE-27	Química	10.976,38	12.270,14	12.909,76	12.865,66	12.544,85	10.103,19	71.669,98	21,4 %	1,5 %
	Total	52.625,95	54.972,73	56.380,68	57.094,20	56.862,80	57.492,82	335.429,18		

Font: Eurostat.

Codis de la CIP: A61, «Ciències mèdiques i veterinàries; higiene»; C, «Química; metal·lúrgia».

La distribució geogràfica de les sol·licituds s'assigna d'acord amb el país de residència de l'inventor. Per evitar recomptes duplicats, si una sol·licitud té més d'un inventor, aquesta es divideix a parts iguals entre tots ells i les seves residències.

Ara bé, sense deixar la mateixa taula 5.8, si ens fixem ara en les sol·licituds efectuades a través de l'Oficina Europea de Patents (EPO), el pes de les patents de química en el total de sol·licituds efectuades per Catalunya és molt elevat (36,5 %), mentre que a Espanya és del 27,4 % i a la UE-27 és del 21,4 %. Això indica el dinamisme de la recerca química en un país com Catalunya, d'una tradició industrial i exportadora important, especialment en aquest camp. En termes absoluts, el 49,7 % de les sol·licituds de patents químiques espanyoles procedeixen de Catalunya. I Catalunya ha generat l'1,5 % de les patents de química d'aquesta oficina europea durant el període estudiat.

El report anterior mostrà que el 21,1 % de les patents sol·licitades a Espanya corresponien a Catalunya. Malgrat aquest fet, les xifres absolutes corresponents al nombre de patents són considerablement baixes, particularment si es té present la importància del sector. A partir d'una anàlisi una mica més detallada del nombre de patents a Catalunya, i molt possiblement ocorri el mateix a escala de l'Estat espanyol, la majoria de les patents provenen del sector privat i són de tipus industrial, mentre que no és significatiu el nombre de patents procedents dels centres públics de recerca.

Tal com s'apuntava en el report anterior, més que el nombre de patents en si mateix, pot ser probablement més important conèixer el nombre de patents realment actives, ja que d'alguna manera són un reflex de mètodes i procediments que realment són útils. Dissortadament, no és possible d'obtenir aquest tipus d'informació a partir de les bases de dades disponibles, ja que no inclouen aquesta possibilitat.

#### **5.4. Edicions de química**

Hem començat aquest report fent esment que la química té una forta tradició a Catalunya. No ens ha d'estranyar, doncs, que, malgrat la preponderància de la llengua anglesa en la difusió internacional d'aquesta disciplina, la química continuï estant present en la bibliografia científica en llengua catalana. Aquest sexenni han aparegut múltiples iniciatives editorials que així ho mostren i que demostren la vitalitat de la nostra comunitat científica nacional. La Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut d'Estudis Catalans ha publicat les versions catalanes de les recomanacions de la Unió Internacional de Química Pura i Aplicada (IUPAC) sobre nomenclatura química:

*Magnituds, unitats i símbols en química física* (2004) i *Compendi de nomenclatura de química analítica: Regles definitives 1997* (2007). La Societat Catalana de Química ha iniciat la col·lecció «Clàssics de la Química» (2004) i la revista *Educació Química* (2008). Recordem, per altra banda, que aquesta societat fou admesa, l'any 2007, com a membre de ple dret a l'Associació Europea de Ciències Químiques i Moleculars (EuCheMS). Finalment, de la mà del Projecte Scriptorium, fou publicada la traducció del manual universitari *Anàlisi química quantitativa*, de Daniel C. Harris (2006), un text de reputació internacional, ara en versió catalana.

## 6. CONCLUSIONS

La recerca en química a Catalunya durant el sexenni 2003-2009, respecte al sexenni anterior (1996-2002), ha estat caracteritzada pels fets següents:

### *Entitats de recerca*

No hi ha hagut variació en el cens d'entitats universitàries que executen recerca en química. En canvi, aquest sexenni ha estat ric en la fundació de diversos centres de recerca relacionats amb la química, com són l'Institut Català de Nanotecnologia (ICN, 2003) i l'Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA, 2006), creats per la Generalitat de Catalunya. A partir de l'any 2008, l'IIQAB del CSIC fou dividit en l'IQAC i l'IDAEA. A més a més, es creà el CIN2, un consorci entre el CSIC i la Generalitat de Catalunya, on es troba integrat organitzativament també l'ICN.

Els grups de recerca consolidats acreditats per l'AGAUR (2009) han crescut un 54 % durant el present sexenni d'estudi. Com és lògic, tractant-se majoritàriament de grups universitaris, hi ha molts més grups orientats cap a la química pura que cap a l'aplicada, potser d'una manera massa descompensada.

S'han intensificat les iniciatives per apropar la R+D universitària al món industrial. La XIT s'ha completat, a partir de l'any 2004, amb la XCT i la XCDT. Totes aquestes accions han confluït en la creació de la xarxa TECNIO (2009). Aquest apropament universitat-indústria és encara un dels punts més febles de la política

científica de casa nostra, però ja hi comença a haver resultats tangibles en el camp de la recerca química.

### ***Recursos humans***

Hom ha observat que, en el període estudiat, s'ha arribat a una certa estabilització numèrica del PDI universitari en química: entorn de 390 PDI de mitjana per curs, dels quals el 24 % són de química analítica, el 28 % de química física, el 19 % de química inorgànica i el 29 % de química orgànica. En canvi, la creació de nous centres de recerca relacionats amb la química ha repercutit en un creixement del PI: entorn de 400 PI al final del sexenni, sense comptar-hi PT ni AS.

A l'hora de fer la recapitulació del nombre de PDI de les universitats, de PI dels centres públics de recerca, de personal predoctoral, de personal postdoctoral i d'investigadors ICREA, malgrat que hi pot haver algunes desviacions en el recompte, tenim una aproximació bastant fiable del PI en química del sector públic al final del sexenni estudiat, xifrada en 1.123 persones. Respecte al final del període estudiat en el report anterior (2002), el PI total del sector públic actual dedicat a la química ha experimentat un augment del 7,8 %.

Si ens referim a l'enquesta directa dels grups de recerca consolidats, segons l'AGAUR, dels 1.076 investigadors censats (bastant coincidents amb la xifra anterior), el 29 % són de química analítica, el 24 % de química física, el 14 % de química inorgànica i el 33 % de química orgànica. El perfil de l'any 2002 era el següent: un 26 % de química analítica, un 26 % de química física, un 14 % de química inorgànica i un 34 % de química orgànica.

No hi ha a l'abast dades fiables del personal de R+D de la indústria química catalana, però se'n pot fer una estimació a partir de les dades globals disponibles. Per a totes les categories (investigadors, tècnics i auxiliars), podem xifrar les persones ocupades en 1.752 i 1.552, al començament i a l'acabament del període estudiat, respectivament. Evidentment, aquestes xifres són pel cap baix, atès que corresponen a un valor mitjà estimatiu entre sectors industrials i no provenen d'una enquesta directa per al sector químic, el qual, ben segur, és en la franja alta entre els sectors que més personal ocupen en R+D. Hom ha observat en aquest sexenni, respecte al report anterior, una contracció del personal de R+D, però, de fet, aquesta no ha afectat el

personal pròpiament investigador, el qual ha crescut en comparació amb el personal tècnic o auxiliar.

### ***Recursos econòmics***

El sexenni estudiat (2003-2009), en comparació amb l'anterior (1996-2002), mostra un clar increment del finançament públic competitiu de la recerca en química a Catalunya, a causa de la participació activa dels grups catalans en l'FP6 i l'FP7 de la UE i en els programes nacionals de R+D+I espanyols, facilitada per les actuacions complementàries de la Generalitat de Catalunya. Aquesta participació està reforçada per la fundació a Catalunya de diversos centres de recerca relacionats amb la química durant el present sexenni. Hem de tenir en compte també la vitalitat i el caràcter pluridisciplinari dels grups de recerca de química catalans, que els permeten orientar la seva capacitat investigadora cap als diferents objectius estratègics desplegats en els diversos plans de recerca europeus i espanyols, on la química només és present de manera indirecta. Aquest finançament públic competitiu, xifrat en 108,2 M€ pel cap baix, representa uns 15,5 M€ per any, i és clarament superior al del sexenni anterior per als mateixos conceptes.

El sector químic és el responsable del 15 % del PIB industrial català i podem estimar que, com a mínim, la despesa total en R+D del sector a Catalunya va ser de prop de 285 M€. La part que és realment de recerca és difícil d'escatir a partir de les xifres disponibles. Així i tot, el sector químic en general és considerat el primer inversor en R+D+I i en protecció del medi ambient.

Sembla que globalment la despesa interna en R+D de les empreses catalanes s'ha anat contraient al final del període estudiat. Això ja va ser observat en el report anterior, tot destacant que possiblement estàvem assistint a una externalització a l'estranger de la R+D per part de les empreses. Tots aquests indicadors seran cabdals en un futur report, més enllà de l'any 2009, que estudiï l'impacte en el sector químic de la crisi econòmica apareguda al final del sexenni estudiat.

### *Producció científica*

Les tesis doctorals en química d'aquest sexenni, en comparació amb l'anterior, han augmentat un 43,6 %. Aquest ritme de creixement de la producció de doctors en química a les universitats catalanes ha estat constant des del primer report (1990-1995). Pel que fa a la distribució de les tesis per universitats, no s'observen variacions significatives durant el període estudiat en relació amb el període anterior: la UB, la UAB i la URV, per aquest ordre, són les universitats que produeixen més doctorats en química. Per altra banda, durant el període estudiat, Catalunya ha generat el 20,0 % dels doctors en química de l'Estat espanyol.

No obstant això, aquest ritme de creixement dels doctors en química a Catalunya caldrà analitzar-lo més detalladament quan hom disposi de dades adients. Les beques i els ajuts per a la formació de personal universitari de postgrau, atorgats tant per l'Administració catalana com per l'estatal i rebuts per estudiants de les universitats catalanes, de l'inici al final del període estudiat, han anat davallant sensiblement.

Pel que fa a la producció bibliogràfica global en química durant el període estudiat, Catalunya representa el 0,92 % del nombre de publicacions mundials. Aquesta producció equival al 22 % de la d'Espanya, el 281 % de la d'Irlanda, el 22 % de la d'Itàlia i el 67 % de la de Suècia, la qual cosa, en comparació amb el report anterior, ha representat un augment relatiu de la producció catalana en relació amb cadascun dels països esmentats.

L'anàlisi del perfil de la producció de Catalunya, dintre de cada especialitat científica en relació amb la del món i la dels països considerats, indica els fets següents:

— Respecte al món, la recerca en química presenta a Catalunya una dedicació relativa més alta a la química analítica i la química inorgànica; en canvi, té paràmetres relatius semblants respecte a la química orgànica i lleugerament menors en la química física.

— Respecte a la mitjana espanyola, la producció en química catalana té una intensificació relativa més gran també en química analítica i en química inorgànica. En canvi, és lleugerament menor en química orgànica i en química física.

— La producció relativa en química analítica i, especialment, en química inorgànica és més elevada a Catalunya que a Espanya, Irlanda, Itàlia i Suècia.

L'anàlisi de quartils dels articles científics de química fets a Catalunya indica que el 63,3 % han aparegut en revistes del primer quartil d'índexs d'impacte, i si es

consideren també els articles publicats en les revistes del segon quartil, el percentatge arriba al 87,1 %. En comparació amb l'anterior report, hi ha una clara millora de la qualitat potencial de les contribucions catalanes. Catalunya té relativament més articles en revistes del primer quartil que Espanya, Irlanda, Itàlia o Suècia.

Si s'analitzen els resultats en funció del pes relatiu de cada categoria o especialitat dins les revistes del primer quartil d'índexs d'impacte, la recerca més reconeguda en química se sustenta majoritàriament en la química analítica i en la química física: aquestes disciplines conjuntament (amb l'electroquímica i la física química atòmica i molecular) acaparen gairebé el 50 % de les publicacions.

Les citacions per document que han rebut els articles d'investigadors de Catalunya, en comparació amb els d'Espanya, en totes les especialitats, excepte en la de polímers, han estat més elevades. En termes mitjans, mentre que Catalunya aporta el 21,7 % de les contribucions espanyoles, el 23,7 % de les citacions que reben aquestes corresponen a articles d'origen català.

El 27 % de les patents espanyoles de química tramitades davant de l'OEPM són d'origen català. El pes de les patents de química en el total de sol·licituds efectuades des de Catalunya a l'oficina europea EPO és molt elevat (36,5 %), mentre que a Espanya és del 27,4 % i a la UE-27 és del 21,4 %. Això indica el dinamisme de la recerca química en un país com Catalunya, d'una tradició industrial i exportadora important, especialment en aquest camp. En termes absoluts, el 49,7 % de les sol·licituds de patents europees de química espanyoles procedeixen de Catalunya. I Catalunya ha generat l'1,5 % de les patents de química de l'oficina europea durant el període estudiat.



**REFERÈNCIES**

Les fonts de les dades estadístiques de les taules s'indiquen al peu de cadascuna d'aquestes.

ALEGRET, S. *La química i Catalunya: A propòsit de l'Any Internacional de la Química 2011*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2010.

ALEGRET, S. [et al.]. «Química (1990-1995)». A: *Reports de la recerca a Catalunya*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 2000.

— «Química». A: *Reports de la recerca a Catalunya: 1996-2002*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 2005.

ARGUIMBAU, L.; ALEGRET, S. «Chemical research in the Catalan Countries: a brief quantitative assessment of the agents, resources, and results». *Contributions to Science*, vol. 6, núm. 2 (2010), p. 215-231.

CERCA: *Centres de Recerca de Catalunya*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Comissionat per a Universitats i Recerca, 2010.

*Informe anual de l'empresa catalana 2007*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, 2007.

*Informe anual de l'empresa catalana 2008*. Barcelona: Cambra de Comerç de Barcelona, 2008.

*Informe anual de l'empresa catalana 2009*. Barcelona: Cambra de Comerç de Barcelona, 2009.

*Informe anual de l'R+D i la innovació a Catalunya 2009*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. ACCIÓ, 2009.

*Informe anual sobre la indústria a Catalunya 2009*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Innovació, Universitats i Empresa, 2010.

*Informe COTEC 2005: Tecnología e innovación en España*. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, 2005.

*Informe COTEC 2009: Tecnología e innovación en España*. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, 2009.

*La inversió en R+D de les 50 empreses més grans de Catalunya (2006-2008)*. Barcelona: ACCIÓ, 2010.

*OECD Reviews of Regional Innovation: Catalonia, Spain*. Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2010.

*Participació catalana a l'R+D europea*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. ACCIÓ, 2008.

*Participació de Catalunya en convocatòries del 7è Programa Marc d'R+D de la UE:*

*Període 2007-2009.* Barcelona: Fundació Institució Catalana de Suport a la Recerca, 2011.

*Pacte Nacional per a la Recerca i la Innovació.* Barcelona: Generalitat de Catalunya.

Departament d'Innovació, Universitats i Empresa, 2008.