

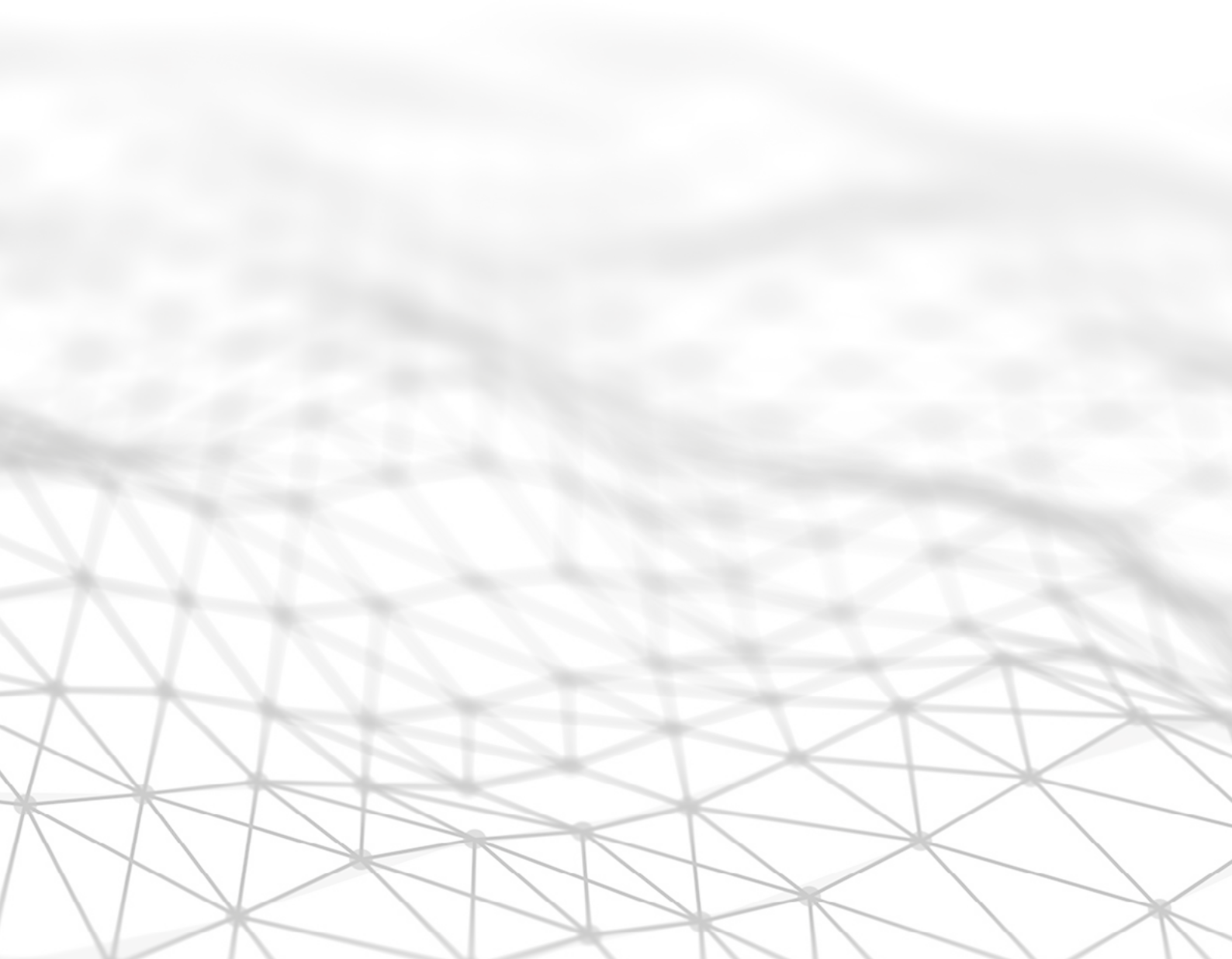
INFORME 2023

L'estat de la ciència a Catalunya

Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

L'estat de la ciència a Catalunya

INFORME 2023



Autors

Paula Adam Bernad
Montse Daban
Josep Samitier Martí
Mariona Sanz Ausàs
Josep M. Vilalta Verdú

Col·laboradores

Bruna Coll (capítol 1); Laia Moreno (capítol 3); Maite Solans-Domènech (capítol 4)

Agraïments

Jordi Aguasca, Lluís Anglada, Llorenç Arguimbau, Xavier Ariño, Zoila Babot, Núria Bayó, Julie Bayley, Cristina Borràs, Roger Cabezas, Luis Calvo, Judith Camba, Jordi Cartanyà, David Ceballos, Marta Curto, Eva Espasa, Tatiana Fernández, Enric Fuster, Lúdia Gamero, Jordi Gavaldà, Xavier Gironès, Isabel Gracia, Jon Holmes, Sandra Jiménez, Xavier Lasauca, Rosina Malagrida, Pep Martorell, Alessandro Mini, Helena Miralles, Katia Monès, Mònica Montero, Manuel Palacín, Ismael Peña-López, David Philips, Esther Pallerols, Imma Rodríguez, Laia Ros, Laura Rubio, Lluís Rovira, Anabel Sánchez, Enric Vinyals.

Comissió assessora

Francesc Abad, Olga Alay, Caterina Biscari, Ignasi Belda, Aïda Díaz, José García Montalvo, Joan Gómez Pallarès, Àngel Messeguer, Lluís Torner

Coordinació i edició

Jordi Mas, Dolors López, David Sastre, Montserrat Miras (FCRI)

Amb el suport de:

Generalitat de Catalunya. Departament de Recerca i Universitats.

Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació
Passeig Lluís Companys, 23
08010 Barcelona

Primera edició: febrer de 2024
Edició: Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació
Impressió: Ce.Ge
DL: B 9016-2024

Sumari

Pròleg.....	9
Introducció.....	11
Capítol 1. Recerca científica i universitats.....	13
Resum executiu.....	14
1. Introducció.....	15
2. Els professionals i els grups de recerca.....	16
3. Recursos econòmics per a la recerca i la innovació.....	21
4. Principals resultats de la recerca universitària a Catalunya.....	27
4.1. Formació d'investigadors i investigadores.....	27
4.2. Producció científica.....	28
4.3. Ciència oberta, divulgació científica i ciència ciutadana.....	29
5. Transferència i innovació a les universitats catalanes.....	31
6. Internacionalització i participació en projectes europeus.....	34
7. Les noves lleis de la ciència i d'universitats i els reptes de la recerca científica a les universitats.....	38
8. Valoració i principals conclusions.....	39
Sigles i acrònims.....	40
Agraïments.....	41
Bibliografia.....	42
Índex de taules i gràfics.....	43
Taules.....	43
Gràfics.....	44
Capítol 2. Centres, entitats i infraestructures de recerca.....	47
Resum executiu.....	48
1. Actors de l'activitat de recerca i innovació en l'àmbit dels centres, entitats i infraestructures de recerca: algunes consideracions.....	49
2. Algunes consideracions sobre el nou marc regulador de la recerca: Llei de la ciència de Catalunya i reforma de la llei de la ciència estatal.....	51
2.1. Plans complementaris.....	54
2.2. Projectes Estratègics per a la Recuperació i Transformació Econòmica (PERTE).....	54
2.3. Nova llei de contractes laborals. Reforma laboral vigent de 28 de desembre de 2021 (Reial decret llei 32/2021; Llei 20/2021).....	55
3. Recursos econòmics per a la recerca i la innovació en l'àmbit dels centres, entitats i infraestructures de recerca.....	56
3.1. Centres CERCA.....	61
3.2. Centres CSIC de Catalunya.....	64
3.3. Centres de recerca vinculats a infraestructures científiques singulars.....	64
3.4. Altres entitats vinculades a la recerca.....	65
4. Els professionals i equips de recerca.....	65
4.1. Centres CERCA.....	66
4.2. Centres CSIC de Catalunya.....	68
4.3. Centres de recerca vinculats a infraestructures singulars.....	68

5. Resultats de la recerca: evolució de la producció científica a Catalunya.....	68
5.1. Centres CERCA.....	70
5.2. Centres BIST.....	71
5.3. Centres i instituts de recerca sanitària.....	71
5.4. Centres CSIC de Catalunya.....	71
5.5. Centres de recerca vinculats a infraestructures singulars.....	71
6. Transferència, innovació i impacte del sistema de centres de recerca.....	72
6.1. Regional Innovation Scoreboard (RIS).....	72
6.2. Sol·licituds i concessió de patents.....	74
6.3. Impacte de la recerca.....	76
6.4. Estratègia de gestió de dades.....	76
6.5. Recerca sostenible.....	77
7. Ciència oberta i ciència ciutadana.....	77
7.1. Ciència oberta.....	77
7.2. Ciència ciutadana.....	78
8. Excel·lència i internacionalització.....	79
8.1. Catalunya: centres CERCA i ICREA.....	79
8.2. Espanya: Principals acreditacions i reconeixements.....	81
8.3. Europa: Horitzó Europa i Ajuts ERC.....	81
8.4. Nature Index.....	84
9. Valoració de la situació del sistema de l'R+D als centres, entitats i infraestructures de recerca de Catalunya. Conclusions.....	84
Sigles i acrònims.....	88
Bibliografia.....	90
9. Índex de taules, gràfics, quadres i figures.....	93
Taules.....	93
Gràfics.....	93
Quadres.....	94
Figures.....	94
Capítol 3. La recerca i el teixit productiu.....	97
Resum executiu.....	98
1. La recerca i la innovació en l'empresa privada: principals actors.....	100
1.1. El teixit empresarial.....	100
1.2. Centres tecnològics i desenvolupadors de tecnologia de les entitats de recerca: Eurecat, Leitat i Xarxa TECNIO.....	101
1.3. Startups: Startup Hub i Startups Deep Tech.....	104
2. Inversió privada en R+D i fonts públics de finançament.....	105
2.1. Despesa empresarial en R+D l'any 2021.....	105
2.2. Fonts de finançament públic a l'R+D empresarial.....	107
3. Recursos humans en R+D empresarial.....	120
3.1. Personal d'R+D del sector empresarial.....	120
3.2. Comparativa sector públic versus sector privat.....	121
4. Empreses innovadores i anàlisi sectorial de la despesa en innovació a Catalunya.....	123
4.1. Baròmetre d'innovació.....	123
4.2. Segell de PIME innovadora.....	124

4.3. Anàlisi sectorial de la innovació a Catalunya.....	124
4.4. Sector químic.....	127
4.5. Sector de l'automoció.....	128
4.6. Sector TIC.....	128
4.7. Sector salut.....	129
5. Principals resultats de la recerca i innovació empresarial catalana.....	129
5.1. Propietat industrial i patents.....	129
5.2. Startups deep tech.....	131
5.3. Exportacions d'alta tecnologia.....	133
6. Fórmules d'innovació oberta a les empreses.....	135
6.1. Models de col·laboració: partenariats públics, privat i altres.....	135
6.2. Inversió privada en startups com a mecanisme d'innovació empresarial.....	136
6.3. Contractació empresarial a agents de l'ecosistema de recerca a Catalunya.....	138
7. Internacionalització de l'R+D empresarial.....	139
7.1. Les empreses catalanes en la cursa de l'R+D internacional.....	139
7.2. Principals fons d'inversió internacionals de l'ecosistema deep tech.....	140
Conclusions i recomanacions.....	143
Sigles i acrònims.....	144
Bibliografia.....	145
Nota metodològica.....	147
Índex de taules, gràfics i quadres.....	149
Taules.....	149
Gràfics.....	149
Quadres.....	150
Capítol 4. Impacte de la recerca.....	153
Resum executiu.....	154
1. Introducció.....	155
1.1. Antecedents globals sobre l'impacte en polítiques científiques.....	155
1.2. La política de recerca de la Comissió Europea.....	156
1.3. El rol de la recerca en salut en el debat internacional.....	157
1.4. Antecedents a Catalunya i marc actual.....	157
2. Impacte de la recerca.....	158
2.1. Què entenem per "impacte de la recerca"?.....	158
2.2. Què inclou la definició d'impacte?.....	160
2.3. Què és el "camí d'impacte" o <i>impact pathway</i> ?.....	160
2.4. Avaluació tradicional de la recerca.....	161
2.5. Avenços cap a una revisió de l'avaluació de la recerca.....	163
3. Avaluació retrospectiva d'impacte de la recerca. Bones pràctiques.....	164
3.1. Avaluació d'impacte sistèmic dels centres de recerca: construint els fonaments d'una sòlida pràctica des de la Institució CERCA.....	164
3.1.1. La prova pilot del 2019.....	164
3.1.2. El CERCA Research Impact Assessment Advisory Board (RIAAB).....	166
3.1.3. La formació dels "agents d'impacte" i la comunitat de pràctica.....	166
3.2. Retiment de comptes de les vuit universitats públiques: els indicadors dels informes de l'ACUP.....	167
3.3. Avaluació d'impacte de la recerca en salut: l'avaluació responsable d'AQuAS.....	167

3.4. Avaluació de la recerca agroalimentària: aproximació econòmica i estudi de cas de l'IRTA.....	171
3.5. Premis d'impacte com a pràctica pionera en el si d'una universitat: El Premi Impacte Social del Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili	173
4. Accions prospectives per promoure l'impacte de la recerca. Bones pràctiques.....	175
4.1. De la recerca responsable a la recerca orientada a la resolució de reptes amb enfocaments sistèmics: les passes pioneres del Living Lab d'IrsiCaixa	175
4.2. Creació del primer "agent d'impacte" a Catalunya des del centre CREAF.....	176
4.3. Les agendes compartides de la RIS3CAT i l'avaluació formativa	177
4.4. Organismes dedicats a l'elaboració i sinterització d'evidència pel disseny de polítiques públiques i per a la presa de decisions informada.....	179
4.5. Marc competencial pel treball col·laboratiu en recerca i innovació de l'EAPC	180
4.6. Avaluació formativa: les sessions SARIS de l'AQuAS.....	181
4.7. Participació en moviments de revisió crítica de sistemes d'avaluació.....	182
4.8. Convocatòria de recerca orientada als reptes urbans de la ciutat de Barcelona.....	183
Conclusions.....	184
Bibliografia.....	186
Glossari.....	189
Sigles i acrònims.....	193
Col·laboració.....	194
Agraïments.....	194
Índex de taules, figures i quadres	195
Taules	195
Figures.....	195
Quadres.....	195
Capítol 5. Internacionalització de la recerca.....	197
Resum executiu.....	198
1. L'imperatiu de la col·laboració internacional.....	199
1.1. Forces i incentius a la col·laboració internacional.....	199
1.2. Limitacions i barreres a la col·laboració internacional.....	204
1.3. Models i dinàmiques de recerca.....	205
1.4. Resposta a reptes globals i crisis.....	207
1.5. Alineament amb polítiques europees (i globals).....	208
2. Mesurant la col·laboració internacional.....	210
2.1. La mètrica de la publicació científica modula la ciència global	211
2.2. Coautoría en publicacions.....	211
2.3. Coautoría en patents.....	213
2.4. Mobilitat del talent.....	214
2.5. Obertura d'un país en termes de coneixement.....	214
2.6. Col·laboració en projectes i xarxes internacionals.....	215
3. Indicadors d'internacionalització de la ciència i la tecnologia a Catalunya.....	216
3.1. Coautoría en publicacions.....	216
3.2. Coautoría en patents	221
3.3. Talent internacional.....	225
3.4. Projectes competitius amb finançament europeu	228
3.5. Xarxes i aliances.....	236
3.6. Polítiques que fomenten la internacionalització del coneixement.....	238

Glossari.....	240
Sigles i acrònims.....	241
Metodologia.....	243
Bibliografia.....	244
Índex de taules, gràfics i figures.....	247
Taules.....	247
Gràfics.....	247
Figures.....	249
Agraïments.....	250
Agraïments institucionals.....	251

Pròleg

Presentem l'Informe sobre l'estat de la ciència a Catalunya, que té vocació de continuïtat i que en el futur ha de permetre l'anàlisi comparativa de l'evolució de la ciència amb una sèrie contínua que ara tot just té dos anys. També en el futur anirem perfeccionant el contingut, les característiques i l'estructura de l'informe.

De manera sintètica, podem dir que en realitat presentem cinc informes, de fet cinc llibres, en un. L'estructura de cada informe és similar i es repeteixen els apartats de sigles, agraïments, bibliografia i índex de quadres.

Es presenta successivament amb un resum executiu de cada apartat o capítol l'estat de la ciència a les universitats (al conjunt del sistema universitari de Catalunya), als diversos centres de recerca i al sector privat, les bones pràctiques i la internacionalització.

Parlo de transició perquè tinc el convenciment que ens trobem davant d'un punt d'inflexió que podrà corregir dèficits estructurals del passat més recent. Vull dir que un nou marc legislatiu, francament clarificador, i la progressiva recuperació del ritme de les inversions han de situar la ciència de Catalunya (la recerca, la transferència i la innovació) en el camí segur del creixement, de la millora, de la competitivitat, de la capacitat d'excel·lir en el panorama europeu.

El moment transicional ens presenta encara dubtes sobre la robustesa de les capacitats financeres del sistema català d'R+D+I, sobre els problemes dels recursos humans i sobre l'impacte real de la ciència en termes socials i territorials. I l'anàlisi compartimentada en els cinc apartats no ens ajuda encara a dibuixar una visió de conjunt, de sistema, però potser és una fotografia real del dèficit de transversalitat i de compactació del sector.

Sigui com sigui, avui presentem aquest termòmetre i aquest baròmetre de l'estat de la ciència a Catalunya, amb la voluntat d'aportar eines de coneixement i d'anàlisi i amb l'objectiu de definir les línies estratègiques de futur que han de presidir els pròxims anys de la recerca a Catalunya.

En resum, de l'informe es desprenen dades positives, signes clars de recuperació i indicis tangibles de passes endavant significatives que han de dur el conjunt de la despesa de Catalunya en R+D+I a nivells i estàndards europeus pel que fa al percentatge de PIB invertit.

La millora del finançament ja iniciada, la millora de la col·laboració, la coordinació i la complementarietat entre les universitats i els centres de recerca també en curs d'implementar-se, la flexibilització i el rejuveniment de les plantilles com un disseny estratègic de les polítiques governamentals, han de permetre superar el risc de la compartimentació. La ciència a Catalunya ha d'agafar dimensió i musculatura i ha de situar la indústria de la ciència i el coneixement al centre neuràlgic de la indústria de la Catalunya del segle XXI. La geografia dels centres, el mapa del coneixement, ha d'arribar acompanyada de la coherència dels projectes de recerca orientats, d'una banda, al progrés de la ciència i, de l'altra, a l'impacte per la transferència i la innovació en un teixit empresarial en renovació permanent. I tots aquests objectius s'han d'anar produint cada vegada de manera més evident amb una superació de la desigualtat de gènere i amb l'assoliment de l'equilibri desitjat entre homes i dones.

Una darrera qüestió. Hi ha un debat obert sobre la fuga de talents. Es manté l'estereotip que els nostres joves han de sortir si volen desplegar les seves capacitats i potencialitats. Però és indiscutible que en el marc de la globalització estem més a prop que mai de convertir la sortida dels nostres joves del marc català estricte en un viatge d'anada i tornada, absorbint tots els aspectes positius de sortir al món i de tornar amb un nou bagatge. Si agafem com a termòmetre la quantitat d'investigadors procedents d'altres països als nostres centres de recerca, hauríem d'establir que Catalunya capta talent en una proporció similar al talent que exporta. La garantia del retorn és la condició per a l'equitat.

Vet aquí, doncs, un informe de transició elaborat amb l'esforç i la contribució de moltes persones, coordinades per la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació. Vull expressar el meu agraïment i el meu reconeixement al director de la Fundació i als autors dels cinc capítols de l'informe, pel gran esforç d'anàlisi i de síntesi que han dut a terme.

El meu desig és que, en futurs informes, no es trenqui la tendència i ens puguin aportar dades optimistes i esperançadores per a la ciència de Catalunya i per a la prosperitat del país.

Joaquim Nadal i Farreras

Conseller de Recerca i Universitats

Introducció

Catalunya ha disposat durant els darrers 30 anys d'un sistema de recerca i innovació competitiu fruit d'encertades polítiques. En els darrers anys, aquest panorama s'ha vist afectat per una conjunció de circumstàncies i canvis, entre els quals destaquen la incorporació progressiva de nous actors, la mobilitat del talent, la desacceleració econòmica, la necessitat d'una major inversió tant pública com privada, i la creixent globalització.

Val a dir que no es tracta únicament d'una qüestió catalana sinó d'una qüestió a nivell internacional i molt especialment a nivell europeu, atesa la creixent internacionalització de la recerca que ha desembocat en una nova manera de fer i entendre la ciència i de transferir-la a la societat i al teixit productiu.

És necessari reajustar el model existent per a fer-lo encara més eficient, tot donant-li un nou impuls que permeti afrontar amb èxit els reptes del segle XXI, enfocats a la resolució de reptes globals, mitjançant el desplegament d'una estratègia integral en R+D i una estratègia pública sostinguda per promoure i facilitar la innovació empresarial.

En especial, en aquesta edició de l'informe es fa esment de les novetats legislatives que han succeït recentment tant en l'àmbit català com estatal. Amb l'aprovació de la Llei de la ciència al Parlament de Catalunya i la Llei de la ciència estatal al Congrés dels Diputats, es pretén avançar en la consolidació i impuls de la recerca, tot i que caldrà esperar algun temps per poder avaluar amb certesa l'impacte real de les mesures normatives ja que el seu desplegament orgànic i pressupostari comporta un temps.

Hi destaquen principalment aquelles mesures i actuacions adreçades a augmentar la inversió pública en recerca i innovació, accions de foment de la inversió privada, polítiques per a promoure la captació i retenció de talent, polítiques per a la igualtat de gènere, accions destinades a augmentar la col·laboració entre agents del sistema, la connexió pública i privada i la transferència de coneixement. Totes aquestes mesures convergeixen o es complementen amb mesures estatals i europees que també tenen la seva repercussió a Catalunya. La suma de tot plegat ha de permetre que, en els propers anys, Catalunya millori la mobilitat del seu talent, consolidi una posició de lideratge a nivell europeu, millori la seva capacitat innovadora i mantingui un sistema altament eficient alineat amb els reptes globals del segle XXI.

Aquest informe sobre l'estat de la ciència, més enllà de les estadístiques oficials, vol ser testimoni d'aquesta evolució i reflectir-la al llarg del temps. De la mà de 5 experts independents, vinculats a diferents àmbits del complex ecosistema de recerca i innovació catalana, i amb la col·laboració de molts dels agents i entitats que en formen part, aporta un conjunt de 5 monografies, cadascuna de les quals toca un tema clau i representatiu per entendre millor l'estat de la ciència al nostre país. L'informe és, doncs, una obra coral, que permet tant la lectura independent per capítols segons els interessos concrets del lector, com una lectura de conjunt per a aquelles persones que desitgin obtenir una visió més global.

Tot i que hem ampliat el nombre de temàtiques i actors analitzats en aquest informe des de la primera edició, som conscients que encara queden temàtiques per abordar, i que no ha estat possible incloure-les en aquest informe, però que esperem anar incorporant-hi en futures edicions.

Jordi Mas i Castellà

Director general de la Fundació Catalana per a la Recerca i la innovació



CAPÍTOL 1.

Recerca científica i universitats

Josep M. Vilalta

Resum executiu

Les universitats catalanes, majoritàriament les públiques, són la base científica del país. Tant en termes d'inputs (personal, grups de recerca, recursos econòmics, infraestructures) com de resultats (producció científica, formació d'investigadors, innovació i transferència i internacionalització) en constitueixen el gruix principal. Ho fan en tots els àmbits científics i del saber.

Pel que respecte als professionals, s'observen quatre variables: 1) envelliment progressiu del personal docent i investigador; 2) certa precarització de les plantilles; 3) incertesa en les condicions de la carrera professional (estabilització a edats avançades); 4) burocratització dels sistemes de carrera professional (la fan poc flexible i atractiva). Alhora, cal constatar com a aspecte transversal la pèrdua de talent femení, que augmenta a mesura que es desenvolupa la carrera acadèmica/científica.

En l'àmbit dels recursos econòmics per a la recerca, tant l'Estat espanyol com Catalunya segueixen en la franja baixa dels països europeus i de l'OCDE en inversió en recerca. Malgrat que les voluntats polítiques i de tots els agents implicats proclamen la necessitat d'incrementar els recursos públics i privats per a la recerca, i encara que s'aprecien alguns avenços, som encara lluny de la mitjana europea. Específicament, la recerca universitària també està infrafinançada si tenim en compte la mitjana europea. Tot i així, es constata un augment constant, en els darrers tres anys estudiats, de les inversions per a infraestructures universitàries de la Generalitat de Catalunya, tot i trobar-se encara en xifres molt llunyanes a les inversions prèvies del període 2001-2010. Pel que fa a fons competitius per a la recerca, les universitats públiques catalanes mostren una gran capacitat de captació, tant en l'àmbit estatal com sobretot europeu. Les entitats catalanes han anat augmentant progressivament, de forma constant, la seva participació des del 3r Programa Marc fins al Programa Europa 2020, fet que constata la capacitat de col·laborar amb d'altres socis europeus i del dinamisme de la ciència catalana. S'ha de fer una menció destacada a la participació i captació de fons del Consell Europeu de Recerca (ERC).

Pel que fa als principals resultats de la ciència a les universitats, cal destacar sobretot l'eficiència (resultats en relació al finançament) del sistema científic català en general i de l'universitari en particular. La lectura de tesis doctorals i la formació d'investigadors a les universitats segueix una tònica estable, amb una proporció significativa d'investigadors en formació d'altres països i on cal destacar la consolidació del Pla de Doctorats Industrials. En termes de publicacions científiques en revistes indexades, algunes universitats catalanes segueixen en posicions capdavanteres en el conjunt de l'Estat espanyol. Així mateix, diversos plans i iniciatives intenten estendre el nou paradigma de la ciència oberta. Aquest és el cas de l'Estratègia Nacional de Ciència Oberta (ENCA) 2023-2027 del Ministeri de Ciència i Innovació i de l'Estratègia de Ciència Oberta del Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunya que s'està desenvolupant arran de la recent aprovació de la Llei de la ciència, per la qual cosa els resultats encara són poc tangibles.

Pel que respecta a la innovació i la transferència de coneixements entre empreses i universitats, els resultats segueixen una tònica de continuïtat respecte als anys anteriors.

Un aspecte rellevant en els darrers anys ha estat l'aprovació de lleis fonamentals en política universitària i científica. Parlem de la Llei de la ciència a Catalunya, la reforma de la Llei de la ciència, la tecnologia i la innovació de l'Estat i la Llei Orgànica del Sistema Universitari (LOSU). Totes elles contribuiran a fer que el model universitari i científic actual pugui fer un salt quantitatiu i qualitatiu en la recerca científica. Cal esmentar que totes les lleis reconeixen l'infrafinançament de les universitats i la recerca científica al nostre país, i estableixen horitzons d'increments sostinguts en el finançament públic de les universitats i la recerca.

1. Introducció

Aquest capítol analitza les principals variables de l'activitat de recerca i innovació de les universitats catalanes. Ho fa en base als següents apartats principals:

- els professionals i els grups de recerca;
- els recursos econòmics per a la recerca i la innovació;
- els principals resultats (formació d'investigadors, producció científica i ciència oberta i divulgació);
- la transferència i la innovació, en connexió amb les empreses i d'altres organitzacions;
- i la internacionalització i participació en projectes europeus.

Així mateix, un darrer apartat aporta elements per a la reflexió a l'entorn de les lleis recentment aprovades en matèria d'universitats i recerca científica: la Llei de la ciència a Catalunya, la reforma de la Llei de la ciència, la tecnologia i la innovació de l'Estat i la Llei Orgànica del Sistema Universitari (LOSU).

Atès que el primer informe *L'estat de la ciència a Catalunya* es va publicar fa tan sols dos anys, es recomana fer-ne una lectura conjunta amb aquest capítol, ja que moltes de les anàlisis i les dades que s'hi mostren ens poden ajudar a entendre millor l'evolució de la ciència al nostre país en general i a les universitats en particular.

Finalment, també recomanem fer una lectura conjunta amb els altres capítols d'aquesta publicació, en especial els nous apartats sobre la recerca en el món econòmic i sobre la internacionalització, però també als capítols sobre els centres de recerca i sobre els impactes de l'activitat científica. En aquests capítols es trobaran dades i reflexions complementàries que s'han treballat conjuntament amb la resta d'autors i autores.

2. Els professionals i els grups de recerca

Sabem que la recerca científica es basa primordialment en el talent i els professionals. D'aquesta manera, si volem analitzar les capacitats de la recerca científica al nostre país hem de prendre una atenció preferent al personal docent i investigador de les universitats i a les condicions objectives de reclutament, estabilització i carrera professional.

En aquesta línia, hem observat als darrers anys un seguit de tendències: 1) envelliment progressiu de les plantilles del personal docent i investigador a les universitats catalanes; 2) certa precarització de les plantilles; 3) incertesa en les condicions de la carrera professional (estabilització a edats avançades); i 4) burocratització dels sistemes de carrera professional que la fan poc flexible i atractiva. Tot i aquest panorama complex dels darrers anys, les dades de l'any 2021 mostren alguna millora, molt incipient, en algunes categories de personal docent i investigador, encara que continua l'envelliment progressiu de les plantilles. L'envelliment exigeix, sens dubte, un pla de xoc per al proper decenni per reclutar nou talent jove que prengui el relleu del PDI que s'anirà jubilant al llarg dels propers anys.

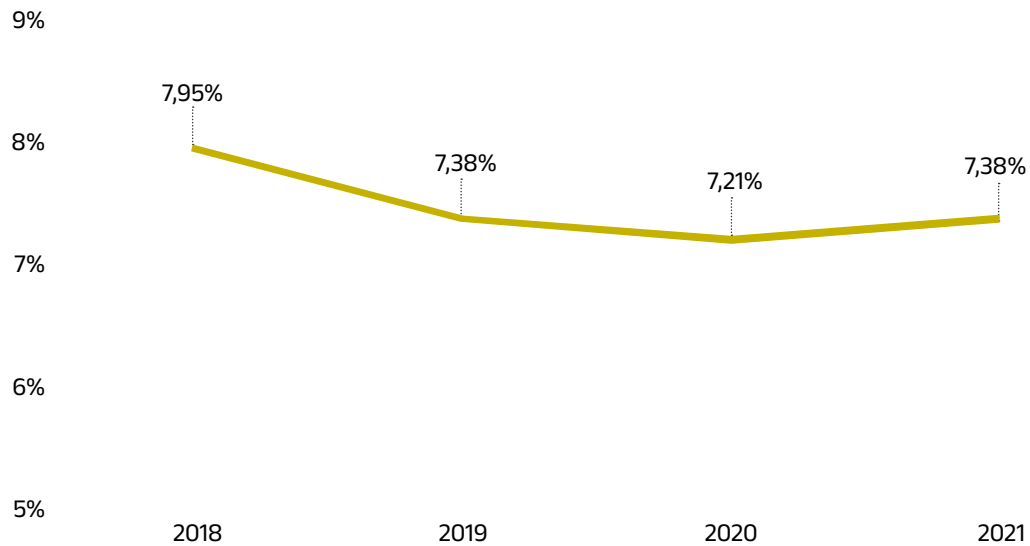
En les taules i gràfics següents podem observar les dades del 2021 i les tendències dels darrers anys. Caldrà, per descomptat, seguir analitzar les estadístiques dels propers anys per veure si es reverteixen les tendències esmentades.

Taula 1. Personal d'R+D per categoria (2020-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

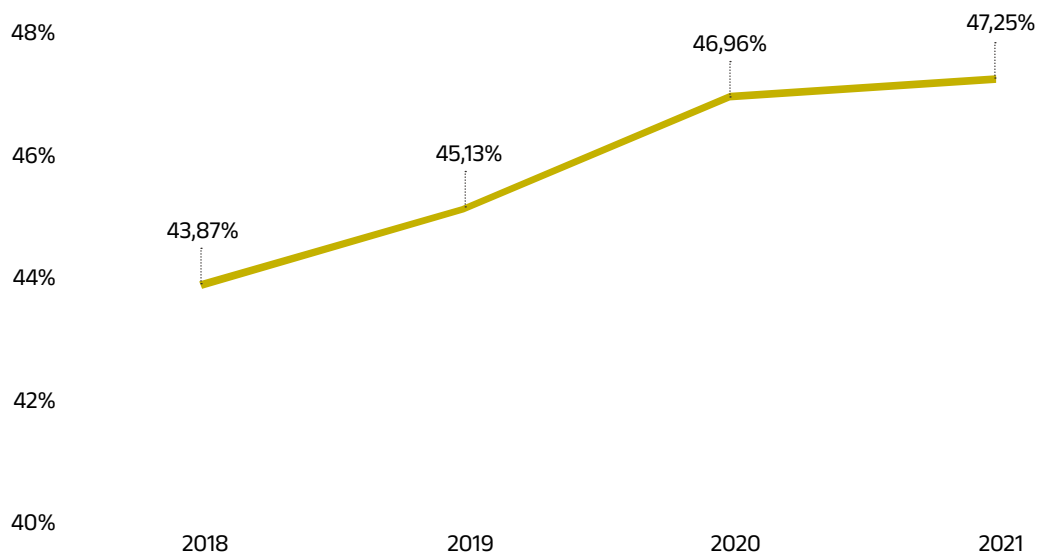
Categoria (Empleat/da – Investigador/a)	2020	2021
Agregat/da	1.994	2.069
Ajudant	1	1
Associat/da	1.627	1.657
Associat/da mèdic/a	369	315
Associat/da permanent estranger	3	3
Auxiliar de recerca	1.191	1.373
Catedràtic/a contractat/da	195	264
Catedràtic/a Escola Universitària	79	68
Catedràtic/a universitari/ària	1.422	1.415
Col·laborador/a permanent	234	220
Conferenciant	-	-
Contractat/da doctor/a	49	31
Emèrit/a	286	272
Institucional	0	0
Investigador/a júnior	72	88
Investigador/a postdoctoral	904	988
Investigador/a predoctoral	2.857	3.061
Investigador/a sènior	419	415
Lector/a	451	686
Prejubilat/da	36	13

Categoria (Empleat/da - Investigador/a)	2020	2021
Professor/a en via de permanència	36	30
Tècnic/a de recerca	1.608	1.707
Titular Escola Universitària	185	163
Titular universitari/ària	2.624	2.460
Visitant	87	79
Altres	47	40
TOTAL	16.776	17.418

Gràfic 1. Evolució de l'edat mitjana dels investigadors i investigadores de 35 anys o menys a les universitats públiques (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya



Gràfic 2. Evolució de l'edat mitjana dels investigadors i investigadores de 55 anys o més a les universitats públiques (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya



On no s'aprecia una millora destacada és en la pèrdua de talent femení. La ja coneguda "tisora" en la carrera acadèmica i investigadora es manté. Les investigadores, que a l'inici de la carrera representen prop del 50% de les plantilles (investigadores predoctorals, places de lectora), van perdre posicions de forma sostinguda

Capítol 1. Recerca científica i universitats

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

a favor dels homes en les següents etapes (investigador postdoctoral, agregat, catedràtic i titular d'escola universitària (CEU-TEU), investigador sènior, catedràtic universitari i catedràtic contractat (CU-CC). Per tant es produeix un sostingut eixamplament de la bretxa de gènere fins arribar a unes proporcions properes a 80% homes – 20% dones. És interessant veure també la posició de les dones en càrrecs acadèmics, a partir d'un estudi elaborat per la Xarxa Vives d'Universitats. S'han estudiat fins i tot les característiques i les causes de l'anomenada bretxa salarial, majoritàriament vinculada als complements salarials al llarg de la carrera acadèmica/científica, i principalment als vinculats a la producció científica (vegeu estudi elaborat pel Ministeri d'Universitats, la Conferència de Rectors d'Universitats Espanyoles-CRUE, i l'Agència Nacional d'Avaluació de la Qualitat i Acreditació-ANECA de 2023). Sens dubte, cal passar del diagnòstic, ja plenament conegut, a reforçar la implementació de mesures concretes i polítiques actives que trenquin les desigualtats objectives en la carrera acadèmica i científica entre dones i homes a les universitats: *leaky pipeline* (pèrdua de talent femení per la canonada foradada), segregació vertical (sostre de vidre), segregació horitzontal (branques científiques i estudis masculinitzats).

Un informe interessant en aquest àmbit és el que va publicar BioCat l'any 2022, titulat *La bretxa de gènere al sector de ciències de la vida i la salut: situació, reptes i recomanacions*. En l'àmbit de les polítiques públiques i en la mateixa comunitat universitària podem apreciar una gran consciència de la problemàtica de la pèrdua del talent femení, amb l'inici d'algunes mesures que esperem donin fruit a mitjà termini.

Taula 2. Presència d'homes i dones en els càrrecs de gestió, docència i investigació (2021). Font: Xarxa Vives d'Universitats

Universitat	Deganes/ degans o directores/ directores d'escola		Direcció de l'Escola de Doctorat		Vicerectorat de Docència/ Ordenació Acadèmica		Vicerectorat de recerca		Dones en el conjunt dels alts càrrecs (%)
	Dones	Homes	Dones	Homes	Dones	Homes	Dones	Homes	
UB	3	14		1	1		1		15%
UAB	5	8	1			1		1	38%
UPC	5	12		1		1		1	25%
UPF	1	7	1		1			1	27%
UdL	5	2	1			1		1	60%
UdG	5	4		1		1	1		50%
URV	5	8		1		1		1	31%
URL	3	14		1		1		1	15%
UVIC-UCC	1	4		1	1			1	25%
UOC	3	5		1		1	1		36%
UIC	4	4	1			1		1	45%
UAO	1	2	1			1		1	50%
TOTAL	41	84	5	7	2	10	2	10	

Pel que respecta a les universitats privades, en les taules següents es recullen les dades corresponents a edat i sexe segons les categories de personal en el darrer curs disponible (2020-2021) en el moment de recollida de dades per aquest informe: Universitat Internacional de Catalunya (UIC), Universitat Ramon Llull (URL), Universitat de Vic/Universitat Central de Catalunya (UVic) i Universitat Abat Oliba (UAO).

Taula 3. Personal d'R+D per grups de categories de les universitats privades. Curs 2020-2021

Universitat	Categories	Total	Dones	Homes	Edat mitjana
URL	Personal investigador	580	221	359	49,8
	Personal investigador amb finançament extern Icrea,, BP, RyC, MCurie, MSer, Jci	1	0	1	36,0
	Investigadors/ores en formació	71	39	32	27,5
	Personal de suport a la recerca	13	5	8	44,1
	Associats/des	907	374	533	48,3
	Altres personal sense dedicació teòrica a la recerca	6	1	5	80,1
	TOTAL		1578	640	938
UVIC	Personal investigador	253	144	109	48,3
	Personal investigador amb finançament extern Icrea, BP, RyC, MCurie, MSer, Jci	5	2	3	43,2
	Investigadors/ores en formació	24	11	13	31,8
	Personal de suport a la recerca	65	48	17	33,1
	Associats/des	3	2	1	38,3
	Altres personal sense dedicació teòrica a la recerca	37	24	13	45,5
	TOTAL		387	231	156
UIC	Personal investigador	61	38	23	34,3
	Personal docent investigador	245	126	119	44,7
	Personal investigador amb finançament extern Icrea, BP, RyC, MCurie, MSer, Jci	2	1	1	37,5
	Investigadors/ores en formació	57	36	21	33,8
	Personal de suport a la recerca	0	-	-	-
	Associats/des	0	-	-	-
	Altres personal sense dedicació teòrica a la recerca	0	-	-	-
	TOTAL		365	201	164
UAO	Personal investigador	63	30	33	48,4
	Personal investigador amb finançament extern Icrea, BP, RyC, MCurie, MSer, Jci	-	-	-	-
	Investigadors/ores en formació	4	1	3	29,8
	Personal de suport a la recerca	2	2	0	44,5
	Associats/des	60	27	33	46,9
	Altres personal sense dedicació teòrica a la recerca	-	-	-	-
	TOTAL		129	60	69

Com bé sabem, la recerca científica es duu a terme principalment mitjançant els grups de recerca. La seva consolidació amb el pas dels anys assegura la capacitat de producció científica objectiva als departaments i instituts universitaris, així com a la resta d'actors del sistema (centres de recerca, hospitals, empreses, etc.). En aquest sentit, l'anàlisi de les dues darreres convocatòries de Suport a Grups de Recerca de la Generalitat (SGR- 2017 i 2021, AGAUR) ens mostren les xifres de grups presentats, reconeguts, finançats i exclosos. Destaca la reducció en el nombre dels grups reconeguts el 2021 respecte a la convocatòria del 2017, deguda principalment a un canvi de criteri que exigeix un nombre de membres mínim major a cada grup de recerca.

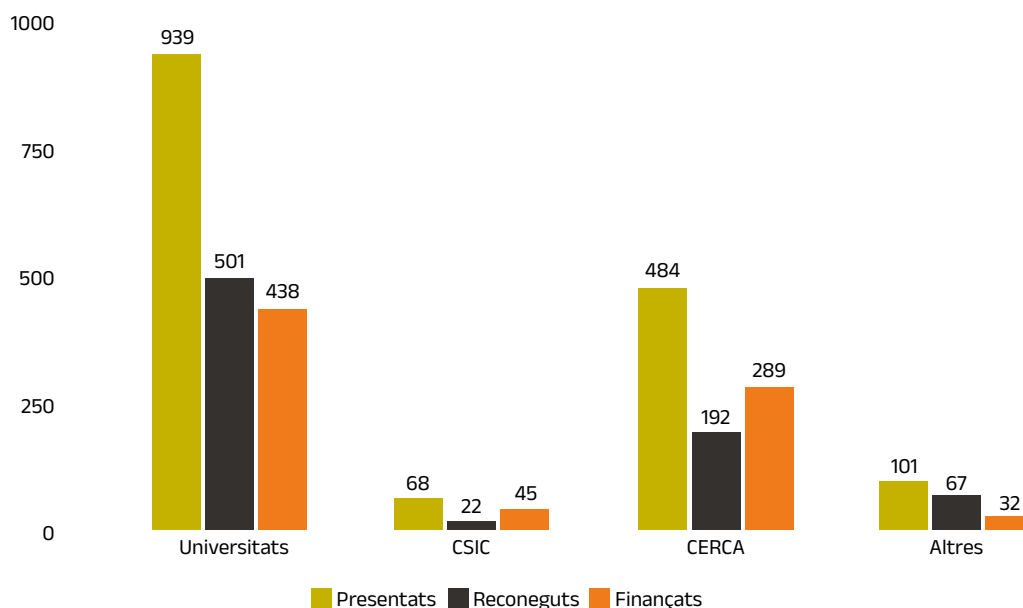
Capítol 1. Recerca científica i universitats

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Per contra, hi ha hagut un increment en el nombre de grups finançats, i per tant en el pressupost de la nova convocatòria, passant de 673 grups a la convocatòria 2017 a 804 grups a la convocatòria 2021.

Els grups de les universitats continuen sent els majoritaris, però s'observa la forta presència de grups SGR als centres de recerca CERCA.

Gràfic 3. Convocatòria d'ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca de Catalunya, per tipus de centre (2021). Font: AGAUR

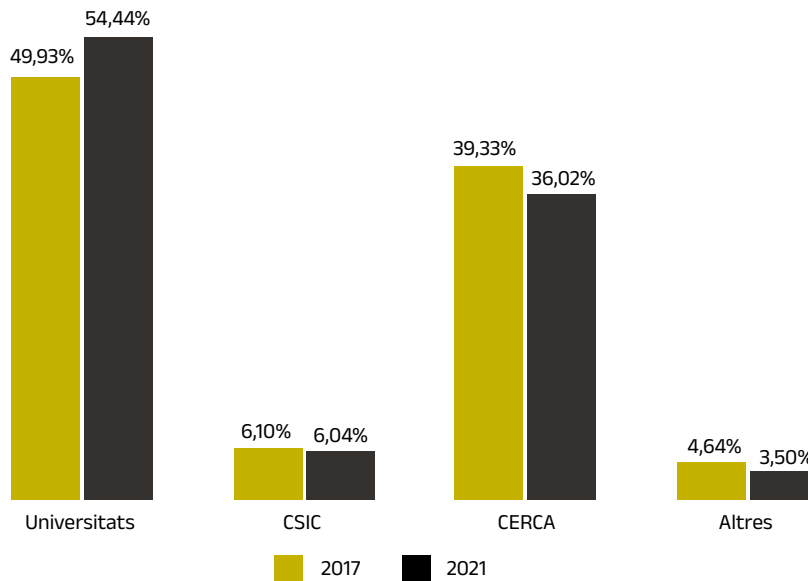


També cal destacar els imports atorgats als grups. Tot i la reducció en el nombre de grups reconeguts, hi ha hagut més grups finançats, cosa que implica majors ingressos. En el cas dels grups de les universitats, com mostra la taula 4, han passat de rebre 11,7 M€ a la convocatòria 2017 a rebre 21,1 M€ a la convocatòria de 2021.

Taula 4. Convocatòria d'ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca de Catalunya, imports atorgats per tipus de centre (2017 i 2021). Font: AGAUR

Tipus de centre	2017	2021
Universitats	11.740.844 €	21.129.381 €
CSIC	1.433.546 €	2.344.000 €
CERCA	9.247.495 €	13.981.694 €
Altres	1.090.946 €	1.357.500 €
TOTAL	23.512.831 €	38.812.575 €

Gràfic 4. Convocatòria d'ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca de Catalunya, percentatge dels imports atorgats per tipus de centre (2017 i 2021). Font: AGAUR



3. Recursos econòmics per a la recerca i la innovació

Com sabem, tant l'Estat espanyol com Catalunya segueixen en la franja baixa dels països europeus i de l'OCDE en inversió en recerca. Malgrat que les evidències demostren que la inversió en recerca i innovació genera major progrés, benestar i competitivitat, i malgrat també les voluntats polítiques i de tots els agents implicats que així ho proclamen, les dades són tossudes i, malgrat lleugers avenços, som encara lluny de la mitjana europea.

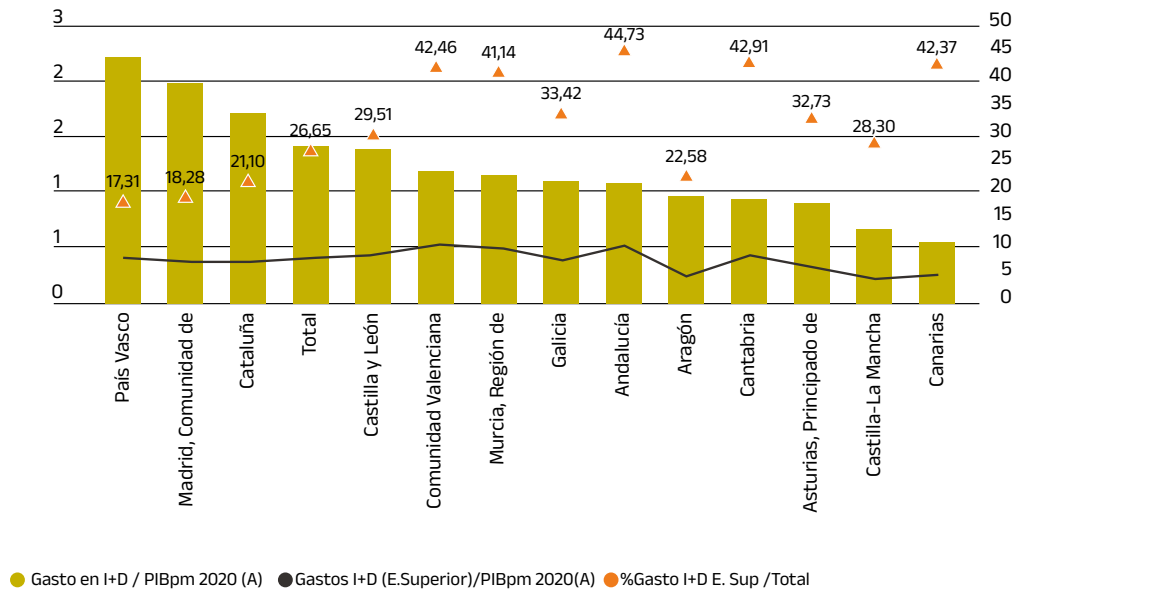
La taula 5 mostra la despesa total en R+D dels països de l'OCDE respecte al seu PIB i, el que també és interessant, la seva distribució per sectors: govern, empreses i institucions d'educació superior. Com podem observar, al conjunt de l'Estat, la despesa en R+D universitària i a les empreses se situa en la franja baixa, amb una diferència molt acusada en l'àmbit de la R+D empresarial.

Taula 5. Comparació internacional de la despesa interna en R+D en relació amb el percentatge del PIB per sectors institucionals. Any 2020. Font: OECD i Idescat

	Govern (% PIB)	Educació superior (% PIB)	Empreses (% PIB)	Total (% PIB)
OCDE	0,66	0,44	1,97	2,74
UE27	0,67	0,48	1,43	2,19
Catalunya	0,30	0,34	0,97	1,61
Espanya	0,25	0,38	0,79	1,41

Pel que fa a la despesa en R+D total i en l'educació superior per comunitats autònomes de l'Estat espanyol (anys 2016-2020), Catalunya es continua situant com a tercera comunitat amb major despesa en R+D total/PIB, darrera del País Basc i Madrid. Si analitzem aquesta inversió, observem com la despesa que es dedica a l'R+D de les universitats es troba en la franja baixa del conjunt de l'Estat.

Gràfic 5. Despesa en R+D total i en l'educació superior per comunitats autònomes. Any 2020. Font: Fundació CYD (2022)



La taula 6 mostra els recursos en R+D de les universitats públiques en els darrers anys, desglossat entre fons competitiu i no competitiu i comptabilitzant també els ens vinculats. S'hi observa l'augment de recursos dels darrers dos anys analitzats: 309,2 M€ l'any 2020 i 341,7 M€ l'any 2021.

Taula 6. Distribució dels recursos d'R+D per vies de finançament i per universitats públiques (2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Universitat	Via de finançament	2018	2019	2020	2021
UB	Competitiu	57.211.136 €	61.493.600 €	58.311.613 €	89.448.786 €
	No competitiu	20.165.748 €	17.922.724 €	17.734.867 €	23.423.007 €
	TOTAL	77.376.884 €	79.416.324 €	76.046.481 €	112.871.793 €
UAB	Competitiu	44.134.516 €	42.907.689 €	49.318.843 €	54.124.858 €
	No competitiu	15.700.251 €	15.505.222 €	15.592.753 €	12.464.166 €
	TOTAL	59.834.768 €	58.412.911 €	64.911.596 €	66.589.023 €
UPC	Competitiu	33.042.892 €	38.762.090 €	50.151.004 €	42.321.071 €
	No competitiu	20.102.063 €	17.846.979 €	19.328.611 €	30.665.106 €
	TOTAL	53.144.955 €	56.609.069 €	69.479.616 €	72.986.178 €
UPF	Competitiu	38.913.553 €	32.417.153 €	42.764.490 €	30.830.473 €
	No competitiu	3.633.716 €	5.640.736 €	4.550.513 €	5.670.520 €
	TOTAL	42.547.269 €	38.057.889 €	47.315.003 €	36.500.993 €
UdG	Competitiu	14.396.788 €	10.169.934 €	15.021.318 €	16.915.642 €
	No competitiu	3.061.739 €	2.952.733 €	3.333.794 €	3.844.109 €
	TOTAL	17.458.527 €	13.122.667 €	18.355.113 €	20.759.751 €
UdL	Competitiu	8.020.351 €	7.866.320 €	10.269.372 €	7.994.835 €
	No competitiu	2.960.572 €	3.112.153 €	3.718.746 €	6.915.149 €
	TOTAL	10.980.923 €	10.978.473 €	13.988.118 €	14.909.984 €

Universitat	Via de finançament	2018	2019	2020	2021
URV	Competitiu	11.706.587 €	10.975.326 €	15.067.944 €	11.417.986 €
	No competitiu	4.216.390 €	4.826.696 €	4.092.487 €	5.761.647 €
	TOTAL	15.922.977 €	15.802.022 €	19.160.431 €	17.179.633 €
TOTAL	COMPETITIU	207.425.823 €	204.592.112 €	240.904.585 €	253.053.651 €
	NO COMPETITIU	69.840.479 €	67.807.242 €	68.351.772 €	88.743.704 €
	TOTAL	277.266.302 €	272.399.355 €	309.256.357 €	341.797.355 €

Cal destacar també la procedència dels fons competitius captats per les universitats públiques catalanes als darrers anys. A la taula 7 es poden observar les xifres de cada universitat pública, desglossant els ingressos competitius entre Generalitat, Estat espanyol, Unió Europea i altres. Tot i les diferències entre universitats, s'hi observa un increment de recursos captats als darrers anys, amb un creixent volum de recursos captats de les convocatòries de l'Administració central de l'Estat.

Taula 7. Quantitats de recursos R+D captats per les universitats públiques per procedència del finançament. Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Universitat	Origen dels fons	2018	2019	2020	2021
UB	Adm. Generalitat	16.004.264 €	11.634.974 €	12.901.155 €	14.576.623 €
	Adm. Estat	29.940.216 €	30.884.823 €	26.785.993 €	57.225.425 €
	Europa	9.344.535 €	16.703.642 €	16.625.480 €	12.577.585 €
	Altres	1.922.121 €	2.270.161 €	1.998.985 €	5.069.152 €
	TOTAL	57.211.136 €	61.493.600 €	58.311.613 €	89.448.786 €
UAB	Adm. Generalitat	13.501.099 €	8.206.875 €	11.423.697 €	13.442.378 €
	Adm. Estat	17.085.361 €	16.992.377 €	18.442.265 €	25.292.010 €
	Europa	11.550.792 €	14.466.675 €	15.978.860 €	13.417.117 €
	Altres	1.997.265 €	3.241.763 €	3.474.021 €	1.973.353 €
	TOTAL	44.134.516 €	42.907.689 €	49.318.843 €	54.124.858 €
	Adm. Generalitat	10.074.647 €	9.333.412 €	10.112.697 €	6.649.627 €
	Adm. Estat	13.543.068 €	13.735.011 €	12.016.212 €	23.219.726 €
	Europa	8.631.370 €	15.042.000 €	26.601.534 €	11.013.478 €
	Altres	793.807 €	651.668 €	1.420.561 €	1.438.241 €
	TOTAL	33.042.892 €	38.762.090 €	50.151.004 €	42.321.071 €
UPF	Adm. Generalitat	10.426.891 €	8.384.993 €	9.721.742 €	8.232.406 €
	Adm. Estat	9.748.970 €	12.185.809 €	10.860.788 €	10.758.319 €
	Europa	13.169.497 €	8.742.241 €	18.807.622 €	7.642.859 €
	Altres	5.568.195 €	3.104.109 €	3.374.338 €	4.196.889 €
	TOTAL	38.913.553 €	32.417.153 €	42.764.490 €	30.830.473 €

Capítol 1. Recerca científica i universitats
L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Universitat	Origen dels fons	2018	2019	2020	2021
UdG	Adm. Generalitat	5.235.443 €	2.790.471 €	3.850.483 €	5.699.862 €
	Adm. Estat	4.850.034 €	5.224.368 €	4.482.132 €	7.972.437 €
	Europa	3.839.610 €	2.131.319 €	5.667.090 €	2.515.485 €
	Altres	471.701 €	23.775 €	1.021.613 €	727.858 €
	TOTAL	14.396.788 €	10.169.934 €	15.021.318 €	16.915.642 €
UdL	Adm. Generalitat	4.232.471 €	1.423.495 €	2.426.047 €	2.535.658 €
	Adm. Estat	3.087.282 €	5.323.841 €	5.318.150 €	4.095.169 €
	Europa	552.500 €	1.026.017 €	1.426.283 €	1.274.154 €
	Altres	148.098 €	92.968 €	1.098.892 €	89.854 €
	TOTAL	8.020.351 €	7.866.320 €	10.269.372 €	7.994.835 €
URV	Adm. Generalitat	4.618.379 €	2.142.513 €	3.011.843 €	3.459.174 €
	Adm. Estat	4.802.570 €	7.450.796 €	4.962.390 €	5.282.399 €
	Europa	1.849.400 €	1.216.752 €	6.230.723 €	1.454.272 €
	Altres	436.238 €	165.266 €	862.988 €	1.222.141 €
	TOTAL	11.706.587 €	10.975.326 €	15.067.944 €	11.417.986 €
Total	Adm. Generalitat	64.093.194 €	43.916.734 €	53.447.664 €	54.595.729 €
	Adm. Estat	83.057.500 €	91.797.024 €	82.867.930 €	133.845.484 €
	Europa	48.937.705 €	59.328.645 €	91.337.592 €	49.894.950 €
	Altres	11.337.424 €	9.549.709 €	13.251.398 €	14.717.487 €
	TOTAL	207.425.823 €	204.592.112 €	240.904.585 €	253.053.651 €

La taula 8 mostra la captació dels fons competitiu i no competitiu per a R+D per categories dels investigadors i investigadores principals i la mitjana de recursos aconseguits per càpita (anys 2018-2021). Destaquen de llarg els recursos captats (com a investigadors/ores principals) dels catedràtics/ques, catedràtics/ques contractats/des, titulars, agregats/des i, en menor mesura, investigadors/ores ICREA.

Tot i així, en recursos per càpita, la categoria que destaca, per molt, són els investigadors i investigadores ICREA.

Taula 8. Recursos competitiu i no competitiu per a R+D. Distribució per categories dels investigadors i mitjana dels recursos aconseguits per càpita (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Categories	2018			2019			2020			2021		
	Recursos per a R+D	Persones/ categoria	Recursos per càpita	Recursos per a R+D	Persones/ categoria	Recursos per càpita	Recursos per a R+D	Persones/ categoria	Recursos per càpita	Recursos per a R+D	Persones/ categoria	Recursos per càpita
Catedràtic/a universitari/ària	113.754,162,97 €	1.379	82.490,33 €	105.126.653,29 €	1.417	74.189,59 €	108.136.999,58 €	1.422	76.045,71 €	115.703.342,26 €	1.415	81.769,15 €
Catedràtic/a contractat/da	13.766.985,24 €	101	136.306,78 €	18.971.272,48 €	143	132.666,24 €	29.985.965,27 €	195	153.774,18 €	34.192.921,53 €	264	129.518,64 €
Titular universitari/ària	63.197.464,10 €	3.050	20.720,48 €	48.348.476,93 €	2.826	17.108,45 €	58.146.747,60 €	2.624	22.159,58 €	51.172.930,10 €	2.460	20.802,00 €
Agregat/da	48.709.139,28 €	1.856	26.244,15 €	59.934.481,55 €	1.927	31.102,48 €	58.837.917,99 €	1.994	29.507,48 €	73.247.378,29 €	2.069	35.402,31 €
Catedràtic/a Escola Univ.	1.943.667,62 €	93	20.899,65 €	1.482.731,66 €	87	17.042,89 €	1.418.974,15 €	79	17.961,70 €	2.340.488,55 €	68	34.418,95 €
Titular Escola Univ.	304.163,83 €	253	1.202,23 €	204.189,85 €	213	958,64 €	345.755,41 €	185	1.868,95 €	491.101,27 €	163	3.012,89 €
Lector/a	2.530.328,01 €	269	9.406,42 €	5.872.405,22 €	338	17.373,98 €	4.963.686,50 €	451	11.005,96 €	9.460.948,34 €	686	13.791,47 €
Investigador/a distingit/da	804.036,00 €	25	32.161,44 €	1.526.145,50 €	29	52.625,71 €	1.829.006,83 €	36	50.805,75 €	1.565.569,74 €	30	52.185,66 €
Investigador/a sènior	5.000.125,16 €	224	22.321,99 €	3.774.674,04 €	193	19.557,90 €	11.716.979,54 €	204	57.436,17 €	6.072.984,47 €	184	33.005,35 €
Investigador/a júnior	2.744.832,36 €	172	15.958,33 €	3.054.277,57 €	140	21.816,27 €	237.700,00 €	72	3.301,39 €	300.764,58 €	88	3.417,78 €
Investigador/a postdoc	3.020.226,45 €	743	4.064,91 €	6.204.963,37 €	819	7.576,27 €	8.630.091,26 €	867	9.953,97 €	9.911.432,81 €	944	10.499,40 €
Investigador/a predoc	1.503.456,31 €	2.865	524,77 €	670.319,01 €	2.831	236,78 €	3.167.534,46 €	2.857	1.108,69 €	3.698.310,78 €	3.061	1.208,20 €
Tècnic/a de recerca	9.677.504,59 €	1.755	5.514,25 €	5.477.441,01 €	1.608	3.406,37 €	9.178.714,72 €	1.608	5.708,16 €	3.285.133,09 €	1.707	1.924,51 €
Auxiliar de recerca	129.641,36 €	1.318	98,36 €	551.749,37 €	1.328	415,47 €	38.950,00 €	1.191	32,7 €	613.100,00 €	1.373	446,54 €
Visitant	54.787,96 €	97	564,82 €	421.178,00 €	103	4.089,11 €	79.110,00 €	87	909,31 €	404.915,80 €	79	5.125,52 €
Emèrit/a	1.931.508,47 €	250	7.726,03 €	1.803.634,75 €	253	7.128,99 €	2.961.496,71 €	286	10.354,88 €	5.952.913,25 €	272	21.885,71 €
Associats/des	3.635.018,29 €	2.081	1.746,77 €	3.120.704,75 €	2.046	1.525,27 €	2.117.963,33 €	2.000	1.058,98 €	4.219.870,81 €	1.976	2.135,56 €
Col·laboradors/ores	42.195,98 €	270	1.562,79 €	615.889,41 €	250	2.463,56 €	701.950,01 €	234	2.999,79 €	692.809,90 €	220	3.149,14 €
Ajudants	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Altres	411.525,50 €	145	2.838,11 €	248.316,93 €	124	2.002,56 €	805.409,38 €	83	9.703,73 €	332.346,75 €	53	6.270,69 €
Contractat/da doctor/a	55.413,82 €	79	701,44 €	344.401,12 €	60	5.740,02 €	20.418,37 €	49	416,7 €	57.572,00 €	31	1.857,16 €
ICREA	22.511.441,28 €	126	178.662,23 €	17.240.356,80 €	126	136.828,23 €	30.521.755,68 €	129	236.602,76 €	23.434.202,48 €	136	172.310,31 €
RyC	7.950.225,03 €	109	72.937,84 €	7.553.920,84 €	122	61.917,38 €	8.815.524,23 €	123	71.670,93 €	5.287.342,02 €	139	38.038,43 €
Institucional	37.845.401,64 €	0	0	36.374.100,74 €	0	0	42.510.630,64 €	0	0	60.248.547,86 €	0	0
TOTAL	341.903.009,25 €	17.260	19.808,98 €	328.922.284,19 €	16.983	19.367,74 €	385.169.281,66 €	16.777	22.958,17 €	412.686.926,68 €	17.419	23.691,77 €

Capítol 1. Recerca científica i universitats

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Pel que fa a la destinació dels fons rebuts per les universitats públiques i els ens vinculats, destaquen sobretot l'execució dels projectes de recerca i la inversió en capital humà-recursos humans (taula 9).

Taula 9. Vies de finançament i destinació universitats i ens vinculats (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Via de finançament univ.+Ens vinculats	Destinacions	2018	2019	2020	2021
COMPETITIU	Projectes	163.989.345 €	153.614.149 €	184.781.507 €	187.518.168 €
	Recursos humans	63.038.705 €	83.137.979 €	906.699.655 €	79.396.897 €
	Infraestructura	2.817.512 €	3.497.353 €	649.500 €	29.714.724 €
	Grups i xarxes	15.709.104 €	686.550 €	4.067.915 €	3.215.419 €
	Formació i difusió de la ciència	3.827.794 €	113.563 €	372.953 €	1.173.446 €
	Patents i spin-offs	3.054 €		907.302 €	139.706 €
	Càtedres d'empresa		210.000 €		
	Altres	1.451.938 €	2.789.247 €	882.336 €	483.680 €
NO COMPETITIU	Projectes	31.506.306 €	22.638.892 €	38.053.881 €	34.579.992 €
	Recursos humans	116.151 €	151.619 €	3.000 €	12.869.987 €
	Grups i xarxes	11.000 €		4.000 €	
	Formació i difusió de la ciència	2.579.533 €	2.035.613 €	1.729.780 €	1.266.366 €
	Serveis científics i tècnics, assajos clínics i estudis observacionals	44.742.052 €	41.815.831 €	42.404.407 €	47.879.370 €
	Patents i spin-offs	1.144.749 €	907.019 €	2.590.492 €	1.311.225 €
	Càtedres d'empresa	596.704 €	1.136.807 €	1.662.472 €	1.356.047 €
	Altres	10.369.063 €	16.304.110 €	10.360.082 €	11.571.899 €
TOTAL	341.903.009 €	328.922.284 €	385.169.282 €	412.686.927 €	

Una dada interessant en l'àmbit dels recursos financers és la que ens relaciona la mitjana de recursos captats en relació amb la mitjana de la subvenció ordinària de la Generalitat per universitat. La taula 10 mostra les dades del període 2018-2021 i en aquest sentit destaca la ràtio de la Universitat Pompeu Fabra.

Taula 10. Mitjana de recursos captats a les universitats públiques en relació amb la mitjana de la subvenció ordinària (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Universitat	Competitiu univ. i ens vinculats	No competitiu univ. i ens vinculats	Subv. ordinària(*)	Competitiu/ Subv.	No competitiu/ Subv.	Total/ Subv.
UB	86.159.967 €	28.421.226 €	248.293.502 €	0,35	0,11	0,46
UAB	55.999.210 €	19.569.573 €	180.818.832 €	0,31	0,11	0,42
UPC	48.888.111 €	27.233.838 €	166.362.698 €	0,29	0,16	0,46
UPF	39.898.759 €	5.212.970 €	64.067.888 €	0,62	0,08	0,70
UdG	15.486.880 €	3.485.432 €	62.133.662 €	0,25	0,06	0,31
UdL	9.716.387 €	4.943.646 €	54.328.523 €	0,18	0,09	0,27
URV	15.096.450 €	7.057.926 €	75.063.156 €	0,20	0,09	0,30
TOTAL	271.245.763 €	95.924.613 €	851.068.262 €	0,32	0,11	0,43

(*) Hi inclou la subvenció fixa, bàsica, derivada, estratègica, el finançament per objectius i el finançament complementari per a projectes estratègics, el programa SH i les exempcions de matrícula de la Generalitat.

Finalment, pel que fa als recursos per a les infraestructures universitàries, s'aprecia una lleugera millora en els fons destinats per la Generalitat de Catalunya, tot i que encara lluny de les inversions que van anar

aplicant els seus diferents Plans d'Infraestructures Universitàries (PIU), sobretot entre els anys 2001 a 2010. A partir de la xifra d'inversió més baixa, que es va produir l'any 2014 amb tant sols 18,8 M€, any rere any han anat augmentant els fons, sobretot a partir de l'any 2020 (30,6M€), l'any 2021 (35,6M€) i l'any 2022 (45,6M€). Tot i que gran part d'aquests fons són per a infraestructures docents i generals de les universitats públiques, també hi podem trobar efectes positius per a les infraestructures de recerca de les universitats públiques.

4. Principals resultats de la recerca universitària a Catalunya

4.1. Formació d'investigadors i investigadores

En qualsevol sistema universitari i científic, el foment de les vocacions i la formació d'investigadors i investigadores constitueixen la base sobre la qual s'edifica el sistema de ciència, tecnologia i innovació.

Pel que fa a la formació de doctors i doctores, les dades ens mostren una continuïtat en els darrers cursos acadèmics en el nombre de lectures de tesis a les universitats catalanes. El curs 2021-22 es van llegir 2.326 tesis doctorals a les universitats públiques catalanes (incloent-hi la UOC). Una xifra molt similar a la dels darrers cursos acadèmics (exceptuant el curs 2015-16, quan es va produir un augment significatiu que s'explica per l'extinció aleshores dels plans d'estudis antics de doctorat).

Quant al sexe dels/de les doctorands al curs 2021-22, 1.181 tesis van ser llegides per dones i 1.145 per homes, situant-nos pràcticament al 50% entre dones i homes. Es tracta d'uns resultats en termes de gènere molt similars als dels darrers cursos, on les dones representen una mica més del 50% de les lectures totals de tesis.

A la taula 11 es mostren les tesis llegides per branques del coneixement en els anys 2021- 2022, on clarament destaquen les ciències de la salut amb 751 tesis llegides.

Taula 11. Tesis llegides a les universitats públiques per branca de coneixement (2021-2022). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Universitat	Arts i humanitats	Ciències	Ciències de la salut	Ciències socials i jurídiques	Enginyeria i arquitectura	Total
UB	117	142	309	93	11	672
UAB	85	224	262	145	29	745
UPC		60		7	202	269
UPF	43		96	56	37	232
UdG	16	12	26	40	25	119
UdL	7		17	26	26	76
URV	38	43	41	24	38	184
UOC				23	6	29
TOTAL	306	481	751	414	374	2.326

Així mateix, si analitzem la nacionalitat dels nous doctors/de les noves doctores, del total de 2.326 tesis, 1.440 van ser llegides per doctorands amb nacionalitat espanyola i 886 per doctorands estrangers, fet que mostra l'obertura i internacionalització de molts programes de doctorat. Com és ja habitual, hi destaquen diversos països europeus i llatinoamericans, però també la Xina que apareix amb força, amb 89 doctorands

4.2. Producció científica

L'activitat científica de les universitats catalanes en aquests darrers dos anys ha seguit la tònica de consolidació i en posicions capdavanteres en el conjunt de l'Estat. Segueix destacant l'eficiència del sistema científic català i, en especial, de les universitats públiques: amb un finançament modest com hem vist, els resultats de la producció científica són rellevants. En aquesta línia, la taula 12 mostra els resultats de la producció científica de les universitats catalanes en el període 2016-2020. Aquesta taula, elaborada per Scimago a partir de dades Scopus, està ordenada en base a l'impacte normalitzat ponderat, però també s'hi reflecteix la producció total, el percentatge de la producció en el primer quartil i el percentatge de lideratge a les publicacions.

Taula 12. Producció científica total de les universitats catalanes (2016-2020) per Impacte Normalitzat Ponderat.
Font: Fundación CyD (2022)

Universitat	Producció total	Augment 2015-2019	Impacte Normalitzat Ponderat	% Producció en Q1	% Lideratge
UPF	9.902	>	1,78	57,57	8,61
UB	30.470	>	1,64	59,9	6,83
URL	2.636	>	1,63	49,81	8,46
UAB	25.860	>	1,61	57,93	7,19
UOC	2.109	>	1,42	39,07	10,76
URV	6.670	>	1,37	60,84	8,7
Uvic	1.246	>	1,36	55,22	5,54
UdG	4.744	>	1,31	58,14	8,73
UIC	1.707	>	1,27	54,13	6,56
UPC	16.468	>	1,23	41,66	7,69
UdL	3.651	>	1,2	60,2	8,71

Finalment, les taules 13 i 14 mostren les dades principals de l'activitat de recerca de les universitats privades: Universitat Ramon Llull, Universitat de Vic-Central de Catalunya, Universitat Internacional de Catalunya i Universitat Abat Oliba. Es mostren les dades respecte a les tesis llegendes i a les publicacions en revistes indexades, però també els fons captats per a l'R+D i el nombre de patents sol·licitades, així com les spin-offs i startups creades. És destacable la voluntat d'integració de les dades d'aquestes universitats al sistema comú amb la Generalitat de Catalunya, en la qual actualment s'està treballant i que permetrà analitzar amb més cura la seva activitat, evolució i impacte.

Taula 13. Activitat de recerca de les universitats privades. Síntesi 2016-2021. Font: Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació.

	UIC	URL	UVIC	UAO*	Universitats privades
1. Tesis defensades durant el curs	191	274	97	12	574
2. Publicacions (articles en revistes indexades, referència WoS)	1883	2684	1694	94	6355
3. Fons competitiu i no competitiu captats (total)	16.462.757,31 €	25.900.958,69 €	23.027.286,44 €	406.635,54 €	65.797.637,98 €

	UIC	URL	UVIC	UAO*	Universitats privades
3.1. Convocatòries competitives	8.229.840,00 €	13.516.894,83 €	17.925.804,94 €	264.389,16 €	39.936.928,93 €
3.1.1. Estatals	4.421.318,40 €	1.917.789,00 €	3.086.685,79 €	66.130,00 €	9.491.923,19 €
3.1.2. Catalanes	2.479.527,90 €	3.465.985,30 €	4.713.582,35 €	139.187,83 €	10.798.283,38 €
3.1.3. Europees/internacionals	1.328.993,70 €	8.133.120,53 €	10.125.536,80 €	59.071,33 €	19.646.722,36 €
3.2. Convocatòries no competitives	8.232.917,31 €	12.384.063,86 €	5.099.234,83 €	142.246,38 €	25.858.462,38 €
3.2.1. Estatals i catalanes	933.385,81 €	11.725.751,20 €	4.974.842,47 €	56.631,68 €	17.690.611,16 €
3.2.2. Europees/internacionals	440.531,50 €	658.312,66 €	124.392,36 €	0 €	1.223.236,52 €
4. Patents totals	13	5	2	0	20
5. Spin-offs	0	1	1	0	2
6. Startups	3	0	26	0	29

* Només es disposa de dades dels cursos 2019-2020 i 2020-2021.

Taula 14. Activitat de recerca de les universitats privades. Síntesi curs 2020-2021. Font: Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació.

	UIC	URL	UVIC	UAO
1. Tesis defensades durant el curs	34	69	22	6
2. Publicacions (articles en revistes indexades, referència WoS)	469	644	544	56
3. Fons competitiu i no competitiu captats (total)	4.727.718,83 €	6.969.721,02 €	7.556.030,42 €	156.440,09 €
3.1. Convocatòries competitives	3.353.801,52 €	4.253.715,16 €	6.178.705,29 €	99.808,41 €
3.1.1. Estatals	1.585.924,82 €	1.395.396,60 €	126.855,75 €	18.150,00 €
3.1.2. Catalanes	656.417,60 €	531.073,56 €	1.473.628,46 €	72.587,08 €
3.1.3. Europees/internacionals	1.111.459,10 €	2.327.245,00 €	4.578.221,08 €	9.071,33 €
3.2. Convocatòries no competitives	1.373.917,31 €	2.716.005,86 €	1.377.325,13 €	56.631,68 €
3.2.1. Estatals i catalanes	933.385,81 €	2.508.221,20 €	1.333.629 €	56.631,68 €
3.2.2. Europees/internacionals	440.531,50 €	207.784,66 €	43.696 €	
4. Patents totals	2	0		
5. Spin-offs	0	0		
6. Startups	0	0	10	

4.3. Ciència oberta, divulgació científica i ciència ciutadana

Són nombroses les iniciatives en matèria de divulgació i comunicació científica per a apropar les diferents branques de la ciència a la societat en general i als infants i a la joventut en particular. Hi trobem, entre

d'altres, activitats com ara premis, jornades, portes obertes i cursos de divulgació d'universitats i centres, colònies d'estiu, divulgació als mitjans tradicionals i a les xarxes socials, exposicions i activitats dels museus, setmanes i dies de la ciència, etc. Les organitzacions que duen a terme projectes de divulgació i comunicació científica són molt diverses: des de les mateixes universitats, centres de recerca i el mateix Departament de Recerca i Universitats, fins als mitjans de comunicació, passant per museus, fundacions, institucions públiques, associacions de professionals o investigadors/investigadores a títol personal. Una institució destacada en aquest àmbit, amb un ampli historial, és la mateixa Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI) que ho té com un dels eixos centrals de la seva activitat. També cal posar en relleu les diverses iniciatives dutes a terme per a despertar les vocacions científiques en matemàtiques, ciències i enginyeries, amb un èmfasi especial en les noies i joves. Podem esmentar per exemple el Pla STEM i Programa d'Innovació STEAM de la Generalitat, el programa de vocacions científiques i tecnològiques de l'FCRI, així com d'altres iniciatives d'universitats, fundacions i museus.

En aquest àmbit de la divulgació, cal fer esment de dues característiques: en primer lloc, la gran atomització i dispersió de programes, iniciatives i activitats al nostre país, escassament coordinades i sovint poc consolidades; en segon lloc, la manca d'avaluació dels impactes i resultats. Ara per ara, no s'han dut a terme avaluacions rigoroses sobre l'efectivitat i els impactes de la gran munió d'iniciatives. Sens dubte, són mancances que caldria revertir mitjançant la consolidació i estabilitat de programes, la cooperació estreta entre institucions i el foment d'avaluacions d'impacte.

Finalment, una de les accions més consolidades, impulsada pel Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya al llarg dels darrers quinze anys, és la del treball de recerca al batxillerat. És una activitat d'iniciació a la recerca que representa el 10% de la qualificació final dels estudis de batxillerat a Catalunya. Tutoritzat per un/a professor/a, es presenta per escrit i oralment, normalment és individual i representa un exercici consistent per a desenvolupar el rigor i el mètode científic entre els joves estudiants de batxillerat.

Pel que es refereix a la ciència oberta i la ciència ciutadana, tant la UNESCO, a nivell global, com la Unió Europea estan impulsant posicionaments i polítiques en els darrers anys. Així, la Recomanació de la Unió Europea 2018/790, de 25 d'abril de 2018, sobre l'accés i la preservació de la informació científica, insta els estats membres perquè estableixin i implementin polítiques d'accés obert a les publicacions científiques, de gestió de dades de recerca, d'infraestructures, de formació i d'incentius i recompenses. A Catalunya, tant el Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement com la Llei de la Ciència i al conjunt de l'Estat les lleis de ciència, tecnologia i innovació i del sistema universitari, estableixen voluntats polítiques per al foment de la ciència oberta i ciutadana (vegeu apartat 7 d'aquest capítol). El Departament de Recerca i Universitats ja ha iniciat el procés per desenvolupar l'Estratègia de Ciència Oberta de Catalunya, mandat que emana de la Llei de la ciència.

La taula 15 mostra l'evolució dels diversos tipus de publicacions de les universitats en format obert al Portal de Recerca de Catalunya (PRC) per al període 2014-2021.

Taula 15. Evolució de publicacions en format obert a les universitats. Font: CSUC

Acumulat universitats	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total articles al PRC	17.815	18.040	17.964	17.998	17.717	17.657	17.265	16.648
Articles PRC URL+DOI AO	5.049	6.448	7.221	7.525	8.103	8.517	8.481	8.722
% Articles AO	28,34%	35,74%	40,20%	41,81%	45,74%	48,24%	49,12%	52,39%
Total llibres al PRC	2.710	2.786	2.668	2.617	2.449	2.492	2.366	2.525
Llibres PRC URL+DOI AO	59	59	67	64	66	86	44	45
% Llibres AO	2,18%	2,12%	2,51%	2,45%	2,69%	3,45%	1,86%	1,78%
Capítol de llibre al PRC	7.129	6.668	6.737	6.398	6.502	5.920	4.787	5.008
Capítol de llibre al PRC URL-DOI AO	926	882	934	883	830	791	562	585

Acumulat universitats	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
% Capítol llibre AO	12,99%	13,23%	13,86%	13,80%	12,77%	13,36%	11,74%	11,68%
Tesis al PRC	1.884	2.154	2.873	2.510	1.572	1.864	1.659	1.722
Tesis al PRC URL-DOI AO	1.573	1.788	2.266	1.764	1.175	1.198	816	856
% Tesis AO	83,49%	83,01%	78,87%	70,28%	74,75%	64,27%	49,19%	49,71%
Total Publicacions i tesis PRC	29.538	29.648	30.242	29.523	28.240	27.933	26.077	25.903
Publicacions i tesis AO PRC	7.607	9.177	10.488	10.236	10.174	10.592	9.903	10.208
%	25,75%	30,95%	34,68%	34,67%	36,03%	37,92%	37,98%	39,41%

5. Transferència i innovació a les universitats catalanes

La innovació generada a les universitats i la transferència de coneixement entre universitats i empreses les podem analitzar a partir de quatre aspectes rellevants. Són la sol·licitud de patents, la creació de spin-offs, els contractes i convenis entre empreses i universitats en matèria de recerca aplicada i innovació i els doctorats industrials. Cal destacar, en aquest sentit, l'anàlisi extensa que es duu a terme en el corresponent capítol d'aquesta publicació sobre la recerca i la innovació en l'àmbit empresarial, complementari a aquest.

El nombre de sol·licituds de patents prioritàries i derivades per part de les universitats públiques es manté força estable en els darrers anys. Com es pot observar, al llarg del període 2010-2021 s'han sol·licitat un total de 3.177 patents a les universitats públiques. Destaquen sobretot la Universitat Politècnica de Catalunya (amb 913 sol·licituds), la Universitat Autònoma de Barcelona (amb 827 sol·licituds) i la Universitat de Barcelona (amb 820 sol·licituds).

Taula 16. Evolució anual del nombre de sol·licituds de patents a les universitats públiques (hi inclou patents prioritàries i derivades) (2010-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Universitat	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total període
UB	28	40	55	43	52	88	76	80	69	109	76	104	820
UAB	57	105	75	76	65	120	89	49	61	53	54	23	827
UPC	53	111	113	102	78	76	66	65	81	60	50	58	913
UPF	3	7	7	12	7	16	6	6	10	21	31	35	161
UdG	1	5	6	6	6	10	16	4	18	3	8	6	89
UdL	2	1	4	10	3	12	7	9	23	7	5	4	87
URV	4	6	11	22	15	16	18	23	80	33	35	17	280
TOTAL	148	275	271	271	226	338	278	236	342	286	259	247	3.177

Les xifres de spin-offs creades per les universitats públiques catalanes en el període 2010-2021 també són força estables al llarg dels anys. Un cop més, destaquen la Universitat de Barcelona, amb 31; la Universitat Autònoma de Barcelona, amb 34; i la Universitat Politècnica de Catalunya, amb 52.

Capítol 1. Recerca científica i universitats

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Taula 17. Evolució anual de spin-offs creades a les universitats públiques (2010-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Universitat	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total període
UB	2	3	3	5	1	5	1	1	2	2	4	2	31
UAB	4	4	6	3	3	2	2	4		4	1	2	35
UPC	6	4	6	6	2	5	4	1	9	3	4	2	52
UPF		1		1	2					2	2	1	9
UdG		1	1		1		3		1		1		8
UdL				1							1	1	3
URV	2	2		3	2	1		4		2		2	18
TOTAL	14	15	16	19	11	13	10	10	12	13	13	10	156
				17*		12*				12*			152*

*El 2013 hi ha dues spin-offs que consten a dues universitats diferents. El 2015 i 2019, n'hi ha una respectivament.

Pel que fa als contractes i convenis amb empreses per a activitats de recerca aplicada, desenvolupament tecnològic i innovació, les xifres es mantenen també força estables en els darrers anys. La mitjana de captació de fons privats per fer activitats de recerca aplicada i desenvolupament tecnològic és del 21,31% en el període 2018-2021.

Taula 18. Recursos captats per a R+D per les universitats públiques catalanes, per origen del sector (públic o privat). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Any	Origen dels fons			Equilibri Públic/Privat	
	Públic	Privats	Total	Públic	Privat
2018	261.279.336 €	80.623.674 €	341.903.009 €	76,42%	23,58%
2019	260.038.303 €	68.883.981 €	328.922.284 €	79,06%	20,94%
2020	302.167.780 €	83001502 €	385.169.282 €	78,45%	21,55%
2021	332.166.756 €	80.520.171 €	412.686.927 €	80,49%	19,51%
MITJANA PERÍODE	288.913.044 €	78.257.332 €	367.170.376 €	78,69%	21,31%

En l'àmbit de la innovació i la col·laboració entre empreses, universitats i centres de recerca cal fer esment del segell d'acreditació TECNIO, promogut per la Generalitat de Catalunya per fer visibles les capacitats de grups acadèmics i científics a les empreses. En el capítol corresponent a la recerca i la innovació de les empreses, s'hi referencien algunes dades d'interès (vegeu apartat 1.2 del capítol 3).

En la intersecció entre recerca, formació de capital humà i innovació, cal destacar la consolidació del Pla de Doctorats Industrials promogut per la Generalitat de Catalunya de forma ininterrompuda des de l'any 2012. Aquest Pla té com a objectius contribuir a la competitivitat i la internacionalització del teixit industrial català, captar talent, i formar doctors i doctores per a les empreses dins de projectes d'R+D+I. Les següents taules mostren el volum total per anys dels doctorats industrials, el seu origen per universitat de matriculació, per àmbit de recerca i per tipologia d'empresa col·laboradora.

Des del pla pilot de l'any 2012 fins a l'actualitat, s'hi han invertit un total de 120 M€, dels quals el 63% han estat aportats per les empreses i institucions i la resta per la mateixa Generalitat de Catalunya. En tots aquests anys s'han atorgat 918 projectes, dels quals s'han llegit 292 tesis. Per universitats, destaca de forma significativa la Universitat Politècnica de Catalunya, amb 257 projectes, a causa de la seva orientació aplicada i la seva proximitat al món industrial.

El Pla es consolida, doncs, com una eina poderosa per a fomentar la recerca connectada amb els interessos del món industrial, econòmic i social. El principal objectiu ha de ser, sens dubte, acabar inserint aquest capital humà altament qualificat al món econòmic i social, per tal que reverteixi en innovació, competitivitat i valor afegit. Com sabem (Vilalta, 2020), l'escassa inserció i dels doctors i doctores al teixit industrial, econòmic i social a Espanya i Catalunya (valorada entre un 20% i un 25% d'inserció) contrasta amb realitats d'altres països on la inserció dels doctors és molt més elevada: Dinamarca (36,9%); Estats Units (45,5%); i Països Baixos (54,3%).

La darrera enquesta sobre inserció laboral de doctors i doctores feta per AQU als doctorats dels darrers 3 anys, tot i ser-ne una mostra, aporta també dades força representatives: més de la meitat dels doctors i doctores treballen a l'empresa (un 55%), un 28% ho fa a la universitat i un 17% ho fa a centres de recerca. Només un terç dels doctors/doctores que contracten les empreses fan funcions pròpies de doctorat, mentre que a les universitats i centres de recerca, els qui sí ho fan representen dues terceres parts. Per contra, l'empresa els ofereix una major estabilitat laboral amb un 78% de contractes fixos, mentre que les universitats i els centres de recerca ofereixen, respectivament, el 30% i el 43%.

En el context actual, on el talent, la innovació i el valor afegit són aspectes crítics per a la competitivitat i el progrés (tant per una empresa o organització com per un territori o país), que professionals altament qualificats com ara els doctors i doctores no s'insereixen en el teixit d'empreses i organitzacions de tot tipus és una pèrdua col·lectiva de potencial humà i de talent. Caldria disposar d'estudis qualitius que analitzin amb detall la valoració de les institucions i empreses implicades, el grau d'inserció laboral i les capacitats d'innovació.

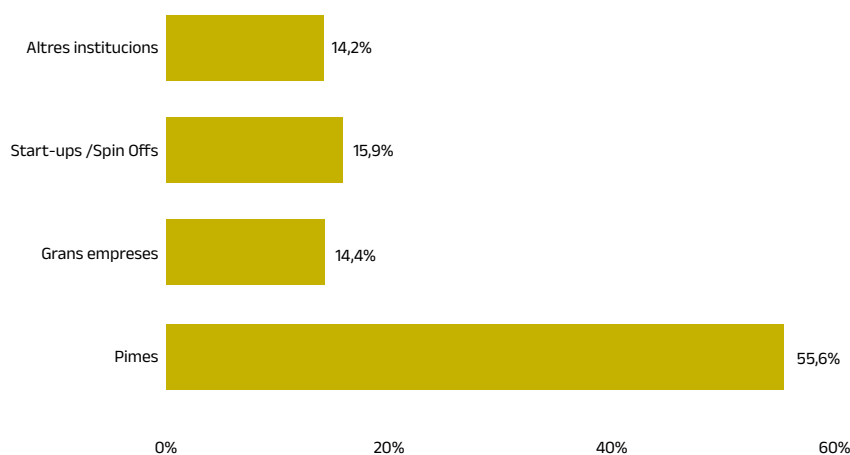
Taula 19. Evolució anual del nombre de projectes de doctorats industrials per universitat de matriculació (2012- 2022).
Font: Memòria Doctorats Industrials, Generalitat de Catalunya

Universitat	Pilot 2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
UB	4	9	10	15	16	12	18	13	14	19	18	148
UAB	-	9	12	22	15	19	12	13	25	13	24	164
UPC	11	17	21	25	25	32	27	24	27	23	25	257
UPF	-	1	10	3	7	8	3	9	5	8	7	61
UdL	-	1	4	4	4	4	3	7	3	4	4	38
UdG	-	7	5	4	6	3	7	4	5	13	11	65
URV	2	5	8	2	3	3	6	6	8	10	5	58
URL	-	2	1	-	6	3	3	6	3	10	4	38
UVIC-UCC	-	3	3	6	3	3	7	6	4	1	8	44
UOC	-	1	4	3	3	3	7	1	1	10	3	36
UIC	-	-	-	-	3	-	-	1	1	1	2	8
UAO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
TOTAL	17	55	78	84	91	90	93	90	96	113	111	918

Taula 20. Nombre i percentatge de projectes de doctorats industrials per àmbit de recerca (2022). Font: Memòria Doctorats Industrials, Generalitat de Catalunya

Àmbit de recerca	Absolut	%
Arts i humanitats	8	1%
Biologia	48	5%
Ciències de la salut i biomèdiques	202	22%
Ciències i tecnologies químiques	134	15%
Ciències socials	99	11%
Disseny i producció industrial	77	8%
Enginyeria civil i geoambiental, arquitectura	59	6%
Matemàtiques i física	53	6%
Tecnologia de la Informació i les Comunicacions	238	26%

Gràfic 6. Percentatge de projectes de doctorats industrials a l'àmbit econòmic per tipologia d'empresa (2022). Font: Memòria de Doctorats Industrials, Generalitat de Catalunya



6. Internacionalització i participació en projectes europeus

Les universitats catalanes tenen un grau d'obertura a Europa i al món remarcable. Això és especialment rellevant pel que fa a les activitats de recerca i innovació. Els centres catalans són especialment dinàmics a escala europea, participant amb multitud de projectes, xarxes i iniciatives de recerca científica. En aquest àmbit, recomanem consultar el capítol específic d'aquesta publicació que analitza amb més deteniment la internacionalització de la recerca catalana.

Pel que fa les plantilles de personal docent i investigador, el grau d'internacionalització és baix. En les taules següents es mostra el percentatge de personal de les universitats públiques que té una nacionalitat estrangera, ja sigui del personal de les categories pròpies de la universitat com del personal per altres categories externes (ICREA, Beatriu de Pinós, Ramon y Cajal, etc.). En aquest sentit, destaca sobretot la Universitat Pompeu Fabra (UPF), ja que el 29% de la seva plantilla és de fora d'Espanya. La resta se situen en xifres més modestes, d'entre el 14% i el 4%. Pel que fa a d'altres categories, encapçala de nou la UPF (62,7%) seguida de molt a prop per la UPC (60,7%).

Taula 21. Nombre i percentatge del personal investigador internacional per universitat (2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

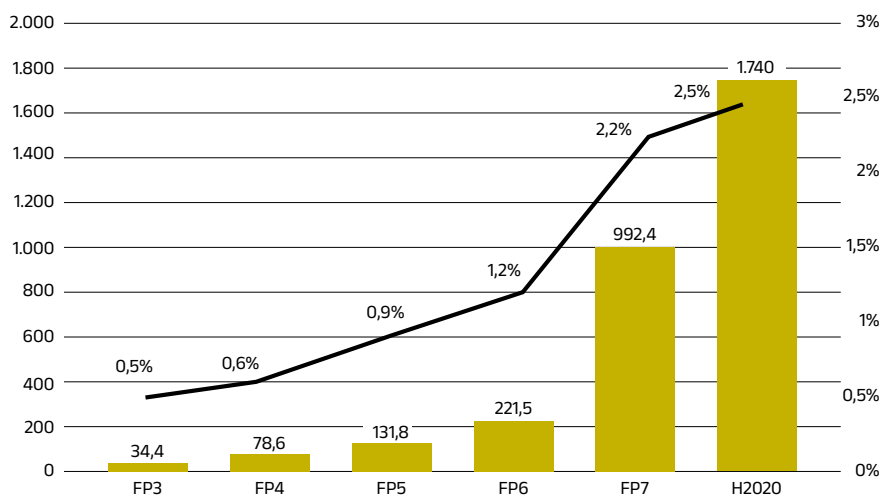
Universitat	Nombre	Catalunya	Espanya	Resta d'Europa	Àfrica	Amèrica	Àsia i Oceania	Subtotal internacional
UB	2.721	79,7%	12,2%	5,0%	0,2%	2,7%	0,2%	8,1%
UAB	1.818	70,6%	16,6%	6,1%	0,2%	5,6%	0,9%	12,8%
UPC	1.600	73,1%	16,4%	4,1%	0,3%	4,4%	1,7%	10,4%
UPF	672	52,1%	18,9%	15,5%		10,9%	2,7%	29,0%
UdG	640	79,1%	12,3%	4,7%	0,2%	3,0%	0,8%	8,6%
UdL	574	74,9%	21,1%	1,4%	0,2%	1,9%	0,5%	4,0%
URV	690	68,6%	17,2%	6,7%	1,0%	5,5%	1,0%	14,2%
TOTAL	8.715	73,2%	15,4%	5,7%	0,3%	4,4%	1,0%	11,4%

Taula 22. Nombre i percentatge del personal investigador internacional finançat per programes ICREA, Beatriu de Pinós, Marie Curie, Ramón y Cajal, Juan de la Cierva. (2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Universitat	Nombre	Catalunya	Espanya	Resta d'Europa	Àfrica	Amèrica	Àsia i Oceania	Subtotal internacional
UB	187	51,9%	11,2%	26,2%		7,5%	3,2%	36,9%
UAB	88	45,5%	15,9%	29,5%		6,8%	2,3%	38,6%
UPC	56	26,8%	12,5%	33,9%	3,6%	7,1%	16,1%	60,7%
UPF	126	25,4%	11,9%	46,8%	0,8%	12,7%	2,4%	62,7%
UdG	20	60,0%	5,0%	25,0%	5,0%	5,0%		35,0%
UdL	5	80,0%	20,0%					0,0%
URV	26	46,2%	19,2%	15,4%	7,7%	3,8%	7,7%	34,6%
TOTAL	508	41,7%	12,6%	31,9%	1,2%	8,3%	4,3%	45,7%

En matèria de participació en programes europeus de recerca i innovació, les entitats catalanes han anat augmentant progressivament, de forma constant, la seva participació des del 3r Programa Marc fins el Programa Horitzó 2020. La gràfica mostra clarament aquest increment sostingut i dona fe de la capacitat catalana de col·laborar amb d'altres socis europeus i del dinamisme de la ciència catalana.

Gràfic 7. Evolució dels fons captats a Catalunya en els programes marc europeus de recerca i innovació (1991-2020). Font: AGAUR (2023b)



Capítol 1. Recerca científica i universitats

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Catalunya ha representat al darrer programa (Horitzó 2020) un 27,4% del total de fons atrets per Espanya i es situa com la comunitat autònoma amb major captació.

Pel que fa al nou programa europeu Horitzó Europa (2021-2027), en els primers dos anys Catalunya atreu 492.8 M€, que representa el 3,1% del total, amb una taxa d'èxit (21%) que se situa per sobre de la mitjana de la Unió Europea (17%). Catalunya lidera la captació de fons a Espanya (amb un 29,4%). Si ho comparem amb països de mida poblacional similar al nostre, Catalunya es situa per davant de Finlàndia i Dinamarca i prop d'Àustria.

*Taula 23. Entitats catalanes en el rànquing d'entitats d'R+D+I que capten més fons en el programa Horitzó Europa.
Font: AGAUR (2023b)*

Universitat Politècnica de Catalunya	41.972.573 €
Barcelona Supercomputing Center	35.939.260 €
Universitat Autònoma de Barcelona	28.528.039 €
Universitat de Barcelona	27.161.041 €
Universitat Pompeu Fabra	16.347.656 €
Institut de Ciències Fotòniques	14.296.355 €
Centre de Regulació Genòmica	13.020.538 €
Institut de Salut Global Barcelona	11.915.419 €
Eurecat	10.098.796 €
Institut de Recerca Biomèdica	9.871.909 €
Institut de Recerca de l'Energia de Catalunya	9.771.738 €
Fundació Clínic per a la Recerca Biomèdica	7.947.698 €
Iris Technology Solutions, SL	7.220.700 €
I2CAT, Internet i Innovació Digital a Catalunya	6.823.844 €
Acondicionamiento Tarrasense Ass.	6.425.382 €
Idiada Automotive Technology, SA	6.365.407 €
Institut de Bioenginyeria de Catalunya	6.219.077 €
Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia	6.195.709 €
Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya	5.560.024 €
Institut de Recerca de la SIDA-Caixa	4.952.551 €
Schwartz Hautmont Construcciones Metálicas, SA	4.719.705 €
Institut d'Investigació Oncològica de Vall-Hebron	4.603.795 €
Universitat Rovira i Virgili	4.396.930 €
Cetaqua, Centro Tecnológico del Agua	4.302.438 €
Universitat de Girona	4.227.032 €

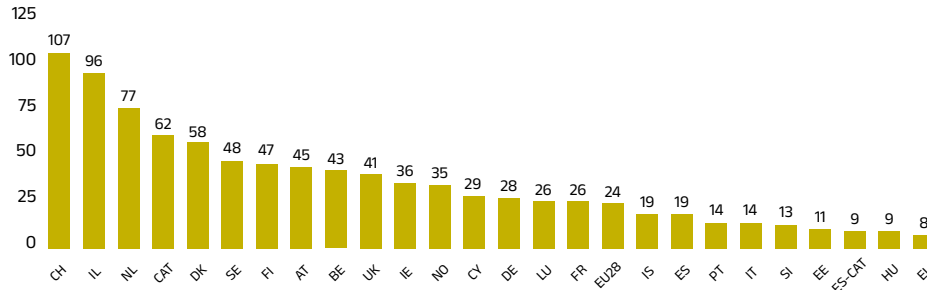
Una anàlisi específica mereix l'activitat catalana en les convocatòries de l'ERC. Els resultats assolits (fons captats) per les institucions de recerca de Catalunya en el període 2007-2022 són molt positius. El sistema de recerca català ha captat des de l'any 2007 el 3,3% del total dels ajuts de l'ERC.

Destaquen sobretot els ajuts Proof of Concept (106 ajuts, que representen el 6,6%) i les Synergy Grants (15 projectes, que representen un 5,8%).

En el conjunt d'Espanya, les institucions catalanes han captat el 54% dels ajuts concedits per l'ERC, un percentatge molt destacat que demostra la robustesa de la ciència al nostre país i la capacitat de generar projectes de les universitats, centres de recerca i hospitals de Catalunya.

Si fem la comparativa a escala europea, en nombre d'ajuts per milió d'habitants, Catalunya es situa en la tercera posició, només superada per Suïssa i els Països Baixos.

Gràfic 8. Nombre d'ajuts ERC concedits a Catalunya del 7PM, Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Font: AGAUR (2023c)



En el quadre següent queden reflectits els ajuts ERC concedits a entitats catalanes entre 2007 i 2022 per tipus d'ajuts.

Taula 24. Nombre i percentatge d'ajuts ERC concedits a Catalunya del 7PM, Horitzó 2020 i Horitzó Europa, per tipus d'ajuts. Font: AGAUR (2023c)

	CAT	% CAT/ERC
Starting Grants - StG	152	2,6%
Consolidator Grants - CoG	101	3,2%
Advanced Grants - AdG	98	2,8%
Proof of Concept - PoC	106	6,6%
Synergy Grants - SyG	23	5,8%
TOTAL	480	3,3%

Pel que fa a les institucions catalanes que han captat fons de l'ERC, cal fer esment que quinze institucions concentren el 80% dels ajuts amb un mínim de 10 ajuts (51%, els centres CERCA; 44%, universitats; i 4%, CSIC Catalunya). En l'àmbit universitari, la UPF ha rebut en total 62 ajuts ERC; la UAB, 42; la UB, 40; la UPC, 15; la UdG, 10; la UdL, 3; la URV, 1; i l'UOC i la URL, 1, respectivament.

En els darrers anys, cal esmentar, per la seva rellevància, l'aparició de la iniciativa d'universitats europees (European University Initiative) que té per objectiu impulsar consorcis d'universitats europees per millorar la seva qualitat i major impacte. Després de la convocatòria Erasmus+ del 2023, actualment hi són actius 50 consorcis que agrupen unes 430 institucions d'educació superior de 35 països, inclosos tots els de la Unió Europea més Islàndia, Noruega, Sèrbia, Macedònia del Nord, Albània, Bòsnia i Hercegovina, Montenegro i Turquia. Així mateix, aquests consorcis reuneixen també, a banda de les institucions d'educació superior, prop de 1.700 membres que representen ciutats, ONG, empreses, autoritats regionals, etc.

Les universitats catalanes han estat molt actives en la generació de consorcis europeus i, avui dia, 6 universitats catalanes ja formen part de consorcis europeus. Així mateix, l'Escola Superior de Música de Catalunya (ESMUC) ha entrat a formar part d'un nou consorci europeu en la darrera convocatòria de primavera del 2023. Els consorcis i les universitats i centres catalans participants són els següents:

- Universitat de Barcelona – CharmEU
- Universitat Autònoma de Barcelona – ECIU
- Universitat Politècnica de Catalunya – UNITE!
- Universitat Pompeu Fabra – EUTOPIA
- Universitat Rovira i Virgili – AURORA
- Universitat Ramon Llull – ENGAGE.EU
- ESMUC – IN.TUNE

Caldrà estar amatents en els propers anys per valorar els impactes reals d'aquests consorcis europeus d'universitats i l'activitat catalana, pel que aquí ens interessa per al foment de la recerca i la innovació.

7. Les noves lleis de la ciència i d'universitats i els reptes de la recerca científica a les universitats

Els darrers dos anys han estat en certa manera excepcionals per la intensa activitat legislativa en matèria d'universitats, recerca científica i innovació. Parlem de l'aprovació de la Llei Orgànica 2/2023, de 22 de març, del sistema universitari (BOE núm. 70, 23 març 2023), de la Llei 17/2022, de 5 de setembre, per la qual es modifica la Llei 14/2011, d'1 de juny, de la ciència, la tecnologia i la innovació (BOE núm. 214, 6 setembre 2022) i de la Llei 9/2022, de 21 de desembre, de la ciència a Catalunya (DOGC núm. 8819, 23 desembre 2022).

Tot i ser tres normes fonamentals per al sistema d'universitats i de recerca català i del conjunt de l'Estat espanyol, es tracta de lleis en bona mesura de continuïtat respecte a la normativa anterior que actualitzen preceptes i normatives a la nova realitat social, cultural, tecnològica i econòmica i modifiquen aspectes específics del sistema universitari i de ciència, però sense fer una transformació profunda del règim general ni del model universitari i científic espanyol.

La Llei de la ciència a Catalunya reitera els escenaris i compromisos contemplats en el Pacte nacional per a la societat del coneixement. Especificament esmenta que "El Pacte aporta les xifres de l'anàlisi del present i identifica les accions concretes que s'han de dur a terme en un primer horitzó del 2024 i fins al 2030, i que han de permetre al sistema assolir els objectius consensuats. Les accions més significatives en l'àmbit d'aquesta llei són les següents. Primerament, puix que la principal força investigadora de Catalunya rau en les universitats públiques, incrementar de manera progressiva i continua la inversió pública en aquestes, tal com proposa el Pacte nacional per a la societat del coneixement. Qualsevol increment d'inversió en les universitats públiques ha de dur al progrés adequat de la ciència del país. En segon lloc, es vol consolidar un finançament basal específic de la recerca en totes les institucions, per a la qual cosa cal incrementar el finançament de la recerca i el desenvolupament universitaris públics i privats en 180 M€ i els no universitaris en 125 M€. Tant la primera mesura com aquesta han de tenir, necessàriament, un impacte positiu en la consolidació de plantilles estructurals de les institucions i en la lluita contra la precarietat laboral. En tercer lloc, cal impulsar l'increment del nombre d'investigadors fins a una mitjana pròxima als països europeus de referència".

Finalment la Llei de la ciència a Catalunya dedica un capítol específic a les universitats, on destaca com a novetat la necessitat d'establir un pla estratègic universitari en recerca d'excel·lència i també d'una estratègia d'innovació i transferència del coneixement a Catalunya.

La modificació de la Llei de la ciència, la tecnologia i la innovació, aprovada per les Corts espanyoles, tampoc introdueix grans transformacions del sistema. Com a aspectes més destacats, introdueix una estratègia i mesures per reduir la bretxa de gènere i afavorir l'equilibri entre dones i homes al sistema de ciència; estableix òrgans de coordinació i impuls del sistema; introdueix novetats en el règim del personal dedicat a les activitats científiques i a la seva carrera professional i impulsa la valorització i transferència de coneixements. Finalment, pel que fa al finançament públic de l'R+D, i de conformitat amb la normativa europea, estableix l'objectiu que el finançament públic assoleixi l'1,25% del PIB l'any 2030.

La Llei Orgànica del Sistema Universitari, en el context que hem esmentat de reformes parcials i d'adaptacions sense grans transformacions, no aporta grans novetats en l'àmbit de la política científica i la gestió de la recerca. Fa un èmfasi especial en la ciència oberta i ciutadana, reforma alguns aspectes del govern i gestió de les universitats i del règim del personal docent i investigador. Cal destacar per la seva rellevància l'objectiu pressupostari i d'increment de la despesa pública en l'àmbit universitari. Especificament, estableix que "En el marc del pla d'increment de la despesa pública per al 2030 prevista a

l'article 155.2 de la Llei orgànica 2/2006, de 3 de maig, l'Estat, les comunitats autònomes i les universitats comparteixen l'objectiu de destinar com a mínim l'1 per cent del Producte Interior Brut a la despesa pública en educació universitària pública al conjunt de l'Estat, tot permetent així l'equiparació progressiva a la inversió mitjana dels estats membres de la Unió Europea i el compliment dels objectius establerts per aquesta Llei orgànica. Per assolir aquest objectiu de caràcter plurianual, s'establiran en els Pressupostos de les Comunitats Autònomes, en els del conjunt d'universitats i en els Pressupostos Generals de l'Estat, les corresponents aportacions, d'acord amb les disponibilitats pressupostàries de cada exercici". Cal esperar la seva concreció en els Pressupostos Generals de l'Estat i en els Pressupostos de la Generalitat de Catalunya dels propers exercicis.

8. Valoració i principals conclusions

Les universitats catalanes (majoritàriament les públiques) segueixen sent les principals organitzacions del país en matèria científica. Prop de dues tercers parts de la producció científica catalana es duu a terme a les universitats. A les universitats trobem departaments, instituts i grups de recerca de totes les branques del saber: la llavor de tot el sistema científic català que després cristal·litza en determinats centres de recerca temàtics, en la recerca biomèdica amb els hospitals, en centres tecnològics i parcs científics o en col·laboracions amb empreses i institucions de tot tipus.

Com hem dit, els darrers anys han estat excepcionals per la generació de plans i normativa en l'àmbit universitari i de la recerca. Primer el Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement i posteriorment la Llei de la ciència a Catalunya, la reforma de la Llei de la ciència, la tecnologia i la innovació de l'Estat i la Llei orgànica del sistema universitari han comportat anàlisis, debats i pactes polítics en matèria d'universitats, recerca i innovació. Les lleis aprovades no comporten grans transformacions del sistema, sinó que intenten posar-lo al dia en un moment de grans transformacions de tot tipus i modificar-ne o impulsar-ne alguns aspectes específics. Destaca com a denominador comú l'acceptació que cal incrementar significativament els recursos públics per a l'educació superior, la recerca i la innovació al nostre país. El proper quinquenni serà, sens dubte, crític per constatar si els compromisos i les normes aprovades en matèria de política universitària i científica es compleixen.

Com a aspectes positius de l'activitat científica a les universitats podem destacar en primer lloc la seva eficiència: amb els recursos de què disposen per a R+D+I, els resultats, són rellevants en el context espanyol i europeu. La política d'incentius per a la ciència són encertats i donen els fruits esperats. La ciència a les universitats es troba majoritàriament internacionalitzada, sobretot en l'àrea europea: la participació en projectes europeus i en la captació de fons dels diversos programes és alta, tant si la comparem amb les universitats i comunitats autònomes de l'Estat espanyol com a escala europea. Finalment, com a aspecte també positiu, es consolida el Pla de Doctorats Industrials com una eina potent en la intersecció entre recerca, formació de capital altament qualificat i innovació. Caldrà estar amatents per veure si aquest capital humà s'insereix majoritàriament en el teixit econòmic i social, ja que significaria un pas de gran transcendència per al foment de la recerca aplicada i la innovació en el teixit econòmic, industrial i social del país.

Pel que fa a les deficiències i els àmbits de millora, en podem destacar sis: 1) el finançament escàs de la recerca (universitària), lluny de la mitjana europea a la qual ens hem d'acostar més aviat que tard; 2) la rigidesa i burocratització del sistema universitari i científic, que s'ha agreujat en els darrers anys amb la política de control de la despesa pública i les mesures contra el frau, que han multiplicat processos, controls i normatives que sovint tenen poc sentit en l'esfera universitària i científica, que requereixen adaptabilitat i agilitat; 3) l'envelliment greu de les plantilles i una certa precarització que cal revertir amb la captació de talent jove; 4) la pèrdua de talent femení, on cal passar dels diagnòstics ja coneguts a les mesures específiques per a la igualtat; 5) la necessitat d'incrementar i millorar les interrelacions entre universitats i centres de recerca, pel bé de la solidesa i la competitivitat del sistema científic del país; 6) una aposta més decidida per la ciència oberta, la ciència ciutadana i els plans de comunicació i divulgació de la ciència, més robustos, estables i avaluats pels seus impactes reals.

Sigles i acrònims

AGAUR: Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca
ANECA: Agència Nacional d'Avaluació de la Qualitat i Acreditació
AO: Accés Obert
AQU Catalunya: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya
Biocat: Bioregió de Catalunya
BOE: Butlletí Oficial de l'Estat
BP: Beques Beatriu de Pinós
CC: Catedràtic Contractat
CERCA: Centres de Recerca de Catalunya
CEU: Catedràtic d'Escola Universitària
CRUE: Conferència de Rectors de les Universitats Espanyoles
CSIC: Consell Superior d'Investigacions Científiques
CSUC: Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya
CU: Catedràtic Universitari
DOGC: Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya
DOI: Digital Object Identifier
ENCA: Estratègia Nacional de Ciència Oberta
ERC: Consell Europeu de Recerca
ESMUC: Escola Superior de Música de Catalunya
Fundación CYD: Fundación Conocimiento y Desarrollo
ICREA: Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats
Idescat: Institut d'Estadística de Catalunya
JCi: Ajuts Juan de la Cierva
LOSU: Llei Orgànica del Sistema Universitari
MCurie: Beques Marie Curie
MSer: Beques Miguel Servet
OCDE: Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmics
PDI: Personal Docent i Investigador
PIB: Producte Interior Brut
PRC: Portal de Recerca de Catalunya
R+D: Recerca i Desenvolupament
R+D+I: Recerca, Desenvolupament i Innovació
RyC: Beques Ramón y Cajal
SGR: Ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca de Catalunya
SH: Programa Serra Húnter
STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics
TEU: Titular d'Escola Universitària
UAB: Universitat Autònoma de Barcelona
UAO: Universitat Abat Oliba CEU
UB: Universitat de Barcelona
UdG: Universitat de Girona

UdL: Universitat de Lleida
UIC: Universitat Internacional de Catalunya
UNEIX: Sistema d'informació interuniversitari
UOC: Universitat Oberta de Catalunya
UPC: Universitat Politècnica de Catalunya
UPF: Universitat Pompeu Fabra
URL: Universitat Ramon Llull
URV: Universitat Rovira i Virgili
UVic: Universitat de Vic
WoS: Web of Science

Agraïments

Vull agrair a tot l'equip de la Fundació Catalana per a la Recerca i Innovació la seva tasca d'impuls i coordinació de l'Informe, així com el subministrament de dades i el contacte permanent amb universitats i d'altres institucions en l'àmbit de la recerca i la innovació.

Així mateix, un agraïment a l'equip tècnic d'UNEIX i de sistemes d'informació del Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunya, pel subministrament de dades i gràfiques/taules i la seva continua disponibilitat.

A Bruna Coll pel suport tècnic en l'elaboració de taules i gràfics.

Bibliografia

- ACUP (2020) *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes. Informe 2020.* https://indicadorsuniversitats.cat/wp-content/uploads/2020/12/recerca_2020_00_informe_ca_m.pdf
- AGAUR (2019) *Informe estadístic: resultats resolució definitiva SGR 2017-2021.* https://agaur.gencat.cat/web/shared/OVT/Departaments/REU/A_Universitats/AGAUR/Historic/Document/SGR/SGR-2017-2019/2_SGR_estadistiques_resol_web.pdf
- AGAUR (2023a) *Informe estadístic: resultats resolució definitiva SGR-Cat 2021.* https://agaur.gencat.cat/web/shared/OVT/Departaments/REU/A_Universitats/AGAUR/Documents/RECERCA/SGR/Informe_estadistic_Res.Def_SGR-Cat_2021.pdf
- AGAUR (2023b) *Resultats de la participació catalana a Horizon Europe.* https://agaur.gencat.cat/web/content/Documents/Internacionalitzacio/Projectes-Europeus-dRDI/Participacio-en-projectes-europeus/HEU_FactSheet_march23.pdf
- AGAUR (2023c) *Resultats de la participació catalana als ajuts de l'European Research Council* https://agaur.gencat.cat/web/content/Documents/Internacionalitzacio/Projectes-Europeus-dRDI/Participacio-en-projectes-europeus/FactSheetERC_CAT_febrer23.pdf
- Biocat (2022) *La bretxa de gènere al sector de ciències de la vida i la salut: situació, reptes i recomanacions.* https://www.biocat.cat/sites/default/files/content/file/2023/05/15/1/publicacions_la-bretxa-de-genere-al-sector-de-ciencies-de-la-vida-i-la-salut_-situacio-reptes-i-recomanacions.pdf
- FCRI (2022) *Estat de la ciència de Catalunya.* <https://estatciencia.fundaciorececa.cat/>
- Fundación CyD (2022) *Informe CyD, 2021-2022.* <https://www.fundacioncyd.org/publicaciones-cyd/informe-cyd-2021-2022/>
- Generalitat de Catalunya (2020) *Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement.* https://recercauniversitats.gencat.cat/ca/01_departament_recerca_i_universitats/PNSC/
- Generalitat de Catalunya (2023) *Pla de Doctorats Industrials. Memòria 2022.* <https://doctoratsindustrials.gencat.cat/memoria-doctorats-industrials-2022/>
- Llei 17/2022, de 5 de setembre, per la qual es modifica la Llei 14/2011, d'1 de juny, de la ciència, la tecnologia i la innovació. Boletín Oficial del Estado [BOE], 214, de 6 de setembre de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/l/2022/09/05/17>
- Llei 9/2022, de 21 de desembre, de la ciència a Catalunya. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya [DOGC], 8819, de 23 de desembre de 2022. <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=946552>
- Llei orgànica 2/2023, de 22 de març, del sistema universitari. Boletín Oficial del Estado [BOE], 70, de 23 de març de 2023. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2023/03/22/2>
- Ministeri d'Universitats (2023) *Estudio Brecha salarial de género en las universidades públicas españolas.* <https://www.universidades.gob.es/wp-content/uploads/2023/06/Informe-Brecha-2023.pdf>
- OECD (2023) *Main Science and Technology Indicators, Volume 2022 Issue 2.* <https://doi.org/10.1787/1cdcb031-en>
- Vilalta, Josep M., (2020) *La força del talent híbrid. El món de demà.* <https://elmondedema.cat/la-forca-del-talent-hibrid/>
- Xarxa Vives d'Universitats (2021) *La perspectiva de gènere en docència a les universitats de la Xarxa Vives. Situació actual i reptes de futur.* <https://www.vives.org/book/la-perspectiva-de-genere-en-docencia-a-les-universitats-de-la-xarxa-vives-situacio-actual-i-reptes-de-futur/>

Índex de taules i gràfics

Taules

Taula 1. Personal d'R+D per categoria (2020-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	16
Taula 2. Presència d'homes i dones en els càrrecs de gestió, docència i investigació (2021). Font: Xarxa Vives d'Universitats	18
Taula 3. Personal d'R+D per grups de categories de les universitats privades. Curs 2020-2021	19
Taula 4. Convocatòria d'ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca de Catalunya, imports atorgats per tipus de centre (2017 i 2021). Font: AGAUR	20
Taula 5. Comparació internacional de la despesa interna en R+D en relació amb el percentatge del PIB per sectors institucionals. Any 2020. Font: OECD i Idescat	21
Taula 6. Distribució dels recursos d'R+D per vies de finançament i per universitats públiques (2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya	22
Taula 7. Quantitats de recursos R+D captats per les universitats públiques per procedència del finançament. Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya	23
Taula 8. Recursos competitiu i no competitiu per a R+D. Distribució per categories dels investigadors i investigadores principals de l'R+D i mitjana dels recursos aconseguits per càpita (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	25
Taula 9. Vies de finançament i destinació universitats i ens vinculats (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	26
Taula 10. Mitjana de recursos captats a les universitats públiques en relació amb la mitjana de la subvenció ordinària (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	26
Taula 11. Tesis llegendes a les universitats públiques per branca de coneixement (2021-2022). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	27
Taula 12. Producció científica total de les universitats catalanes (2016-2020) per Impacte Normalitzat Ponderat. Font: Fundació CyD (2022).....	28
Taula 13. Activitat de recerca de les universitats privades. Síntesi 2016-2021. Font: Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació.....	28
Taula 14. Activitat de recerca de les universitats privades. Síntesi curs 2020-2021. Font: Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació.....	29
Taula 15. Evolució de publicacions en format obert a les universitats. Font: CSUC.....	30
Taula 16. Evolució anual del nombre de sol·licituds de patents a les universitats públiques (hi inclou patents prioritàries i derivades) (2010-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	31
Taula 17. Evolució anual de spin-offs creades a les universitats públiques (2010-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya	32
Taula 18. Recursos captats per a R+D per les universitats públiques catalanes, per origen del sector (públic o privat). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	32

Taula 19. Evolució anual del nombre de projectes de doctorats industrials per universitat de matriculació (2012- 2022). Font: Memòria Doctorats Industrials, Generalitat de Catalunya.....	33
Taula 20. Nombre i percentatge de projectes de doctorats industrials per àmbit de recerca (2022). Font: Memòria Doctorats Industrials, Generalitat de Catalunya.....	34
Taula 21. Nombre i percentatge del personal investigador internacional per universitat (2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	35
Taula 22. Nombre i percentatge del personal investigador internacional finançat per programes ICREA, Beatriu de Pinós, Marie Curie, Ramón y Cajal, Juan de la Cierva. (2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	35
Taula 23. Entitats catalanes en el rànquing d'entitats d'R+D+I que capten més fons en el programa Horitzó Europa. Font: AGAUR (2023b).....	36
Taula 24. Nombre i percentatge d'ajuts ERC concedits a Catalunya del 7PM, Horitzó 2020 i Horitzó Europa, per tipus d'ajuts. Font: AGAUR (2023c).....	37

Gràfics

Gràfic 1. Evolució de l'edat mitjana dels investigadors i investigadores de 35 anys o menys a les universitats públiques (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	17
Gràfic 2. Evolució de l'edat mitjana dels investigadors i investigadores de 55 anys o més a les universitats públiques (2018-2021). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....	17
Gràfic 3. Convocatòria d'ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca de Catalunya, per tipus de centre (2021). Font: AGAUR.....	20
Gràfic 4. Convocatòria d'ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca de Catalunya, percentatge dels imports atorgats per tipus de centre (2017 i 2021). Font: AGAUR.....	21
Gràfic 5. Despesa en R+D total i en l'educació superior per comunitats autònomes. Any 2020. Font: Fundación CYD (2022).....	22
Gràfic 6. Percentatge de projectes de doctorats industrials a l'àmbit econòmic per tipologia d'empresa (2022). Font: Memòria de Doctorats Industrials, Generalitat de Catalunya.....	34
Gràfic 7. Evolució dels fons captats a Catalunya en els programes marc europeus de recerca i innovació (1991-2020). Font: AGAUR (2023b).....	35
Gràfic 8. Nombre d'ajuts ERC concedits a Catalunya del 7PM, Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Font: AGAUR (2023c).....	37



CAPÍTOL 2.

Centres, entitats i infraestructures de recerca

Josep Samitier

Resum executiu

En aquest capítol es recull l'activitat de recerca dels centres, les entitats públiques i privades sense ànim de lucre i les infraestructures de recerca. És el segon informe que es realitza després del de desembre 2021. En aquest temps s'han produït canvis legislatius importants com l'aprovació de la Llei de la ciència de Catalunya el desembre de 2022 o les reformes laborals, aprovada el febrer de 2022, i de la Llei 14/2011, d'1 de juny, de la ciència, la tecnologia i la innovació de la ciència estatal" aprovada el setembre 2022.

Però el temps transcorregut ha estat insuficient per percebre l'impacte en el sistema. Per tant molts dels indicadors actualitzats en aquest capítol segueixen tendències similars a les observades en el primer informe. De la mateixa manera, moltes de les conclusions del primer informe continuen sent vàlides. En aquest sentit, hem intentat mantenir una coherència estructural que permeti veure l'evolució de les dades i ressaltar alguns aspectes nous no tractats en el primer informe.

En aquest capítol, s'hi inclou l'activitat dels centres CERCA, dels centres CSIC a Catalunya, els centres vinculats a infraestructures científiques singulars i altres entitats que de forma parcial tenen com a missió el desenvolupament d'activitat de recerca o de suport i difusió de la recerca. Aquesta varietat d'organitzacions dificulta l'obtenció de dades agregades, però s'ha intentat incloure les contribucions més rellevants de totes les entitats i en aquells sectors que hi havia més dades s'ha fet una descripció més detallada, per donar una visió el més global i enriquidora possible.

El sistema de centres CERCA presenta uns indicadors d'excel·lència científica i de resultats en transferència i innovació molt rellevants que el situa com un dels sistemes més eficient i productiu a escala internacional. Fet aconseguit amb una inversió pública molt moderada, que resulta en l'actualitat insuficient, al haver estat molts anys incrementant-se per sota del que seria desitjable, a causa de la crisi econòmica, mentre el sistema CERCA anava evolucionant i madurant fet que comporta un increment de necessitats. Increments pressupostaris en la inversió en recerca de la Generalitat de Catalunya, en els darrers dos anys van en la línia dels compromisos del Pacte Nacional pel Coneixement (PN@SC) i la Llei de la Ciència, però caldrà augmentar-los significativament en els propers anys per assolir els objectius desitjats.

Els resultats d'excel·lència en generació de coneixement que es mostren són principalment deguts a un gran esforç continuat de tot el sistema, a una gestió orientada a la recerca i a la transferència i a una flexibilitat de les institucions en la captació de personal investigador i de suport a la gestió de la recerca. Aquesta flexibilitat administrativa ha anat minvant en el decurs dels anys. Esperem que el desplegament de la Llei de la Ciència permeti dotar al sistema CERCA de eines de gestió adaptades a l'entorn de la recerca, garantint una autonomia de funcionament i una disminució de la burocràcia que eviti els processos i controls administratius que no contribueixen a la millora de la qualitat i dels resultats.

El capítol mostra també les contribucions dels centres CSIC, que tenen un pes inferior en volum de centres a Catalunya si ho comparem amb altres comunitats autònomes, tot i que sobresurten de la mitjana de resultats dels centres CSIC. En els centres o unitats de caràcter estatal vinculats a infraestructures científiques destaquen els resultats assolits pel Barcelona Supercomputing Center (BSC), que pertany a la Xarxa Espanyola de Supercomputació (RES), una Infraestructura Científica i Tècnica Singular (ICTS) distribuïda per tota la geografia espanyola, composta per 14 nodes interconnectats entre si per xarxes d'alta velocitat.

L'impacte de la crisi economicofinancera de l'any 2008 i següents també ha debilitat la capacitat del sistema de recerca i innovació en l'àmbit dels centres, entitats i infraestructures de recerca fent que es detectin en l'evolució temporal de certs indicadors una saturació o fins i tot un lleuger decreixement que convé corregir immediatament per no perdre el nivell de competitivitat assolit, en línia amb l'anàlisi i els objectius descrits pel període 2020-2023 en el PN@SC signat l'any 2020 i recollits com a compromisos econòmics en la Llei de la ciència catalana. En aquest sentit, en els darrers anys el pressupost de la Generalitat contempla increments significatius del Departament de Recerca i Universitats. En concret, en valors absoluts, s'ha passat de 261 M€ el 2019 a 436 M€ el 2023. Per altra banda, arrel de la pandèmia i de l'aprovació del Pla Next Generation EU i el Mecanisme de Recuperació i Resiliència, caldrà segurament en un següent informe analitzar quin ha estat el volum de fons rebuts i l'impacte que hauran tingut en la ciència i la innovació a Catalunya.

1. Actors de l'activitat de recerca i innovació en l'àmbit dels centres, entitats i infraestructures de recerca: algunes consideracions

Quan parlem de ciència i recerca en l'àmbit dels centres, entitats i infraestructures de recerca: estem considerant un molt ampli ventall d'entitats amb diferents estructures jurídiques (fundacions, consorcis, centres mixtos, centres ubicats a Catalunya d'entitats estatals o internacionals, acadèmies, entitats sense ànim de lucre centres tecnològics o entitats privades que formen part del teixit industrial). Així mateix, diferents entitats públiques, tant a nivell local, com comarcal o de tot Catalunya, impulsen o participen en estructures per generar coneixement i fer recerca moltes vegades vinculades a altres activitats com ara manifestacions artístiques, o en àmbits com les ciències socials o les ciències mediambientals, lligats a la cultura i al coneixement del nostre territori.

Aquesta distribució d'entitats fa que sigui molt complex recollir totes les dades per tal que es pugui fer una anàlisi exhaustiva i completa. Per tant, s'ha considerat pertinent anar agrupant i analitzant aquells blocs que tenen un nivell d'activitat i de dades consolidades en el temps que permetin una anàlisi similar. Així mateix, cal tenir en compte que les dades disponibles són parcials i, en molts casos, corresponen a recopilacions fetes a determinats àmbits i no sempre corresponen als mateixos períodes temporals.

Tot seguint aquest criteri, les principals tipologies d'entitats vinculades a la ciència i la recerca en l'àmbit dels centres, entitats i infraestructures de recerca serien les que es detallen a continuació:

- **Centres de recerca:** considerats com a entitats amb personalitat jurídica que tenen com a missió fonamental general produir ciència i que han estat reconeguts per la seva qualitat per alguna agència o que compten amb un suport d'entitats públiques. En aquest bloc considerarem i analitzarem els 41 centres CERCA, majoritàriament de caràcter públic i participats tots ells per la Generalitat de Catalunya, i gairebé tots amb un regim jurídic de fundació o de consorci; els centres CSIC ubicats a Catalunya formats per 14 centres propis, 3 mixtos i 4 de participats; els nodes dels centres estatals a Catalunya vinculats a infraestructures científiques singulars; i els nodes d'institucions de recerca internacionals. Dins aquest apartat, s'han considerat alguns subconjunts, com ara els centres de recerca vinculats a la salut o biomedicina i els centres CERCA agrupats al voltant de la denominació Barcelona Institute of Science and Technology (BIST).
- **Altres centres de recerca:** conjunt de centres que no estan englobats en algunes de les categories anteriors amb independència del volum o qualitat dels seus resultats i del seu caràcter públic o privat. A molts d'aquests centres hi ha una forta vinculació a entitats locals, comarcals o de mecenatge. Entre molts d'altres exemples, podríem esmentar la Fundació Pasqual Maragall, la Fundació Institut Guttmann o la Fundació Privada d'Osona per a la Recerca i Educació Sanitària (FORES). En aquest cas no es disposa de dades agregades de manera sistematitzada.
- **Entitats de suport a la recerca:** tenen com una de les seves activitats, dins un ventall d'altres prioritats com ara la difusió o promoció de la ciència, la de generar també coneixement. Aquí podem incloure principalment les acadèmies, com ara l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), les acadèmies de doctors o acadèmies temàtiques com la de Farmàcia, els col·legis professionals i les activitats generades per parcs científics i organismes públics o publicoprivats que, per la seva activitat, promouen el coneixement. Exemples variats que contribueixen a aquesta categoria podrien ser el Servei Meteorològic de Catalunya, la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), el Banc de Sang i Teixits (BST), TIC Salut Social, l'Observatori del Montsec o el Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCB), entre molts altres. En el cas de les acadèmies, aquestes estan formades per investigadors que, a la vegada, formen part d'altres institucions com ara universitats o centres de recerca, que és on desenvolupen principalment la seva activitat creativa fonamental.

Totes les acadèmies publiquen monografies i butlletins que inclouen treballs de revisió i també treballs de recerca efectuats al si de les institucions. Aquests treballs tenen moltes vegades un marcat lligam amb la geografia o la història dels territoris on tenen les seves arrels. No existeixen dades agregades de l'activitat i en aquest informe no s'ha fet una anàlisi de la seva contribució a la ciència i la recerca de Catalunya. Un cas singular és l'IEC¹ enfocat en l'àmbit de la recerca en catalanística que abraça el conjunt d'estudis de caràcter descriptiu o aplicat sobre qualsevol dels aspectes dels territoris de parla catalana, incloent-hi la llengua, la cultura i les ciències. L'IEC transmet recerca en català i això crea discurs científic de manera natural. Treballa amb la visió que la llengua catalana no pot ser només una llengua vehicular per a la literatura i les converses, sinó que ha de ser usada en tots els àmbits i registres, inclosos els més prestigiosos. L'IEC acull una bona part de l'elit científica de l'àmbit lingüístic català, fet que li atorga prestigi i reconeixement i amb els seus membres corresponents té presència en vint-i-tres països. Les publicacions i memòries editades per l'IEC² són el resultat de la seva aportació a la recerca catalana.

- **Centres tecnològics:** reconeguts com a tals per la legislació estatal o catalana, que tenen com a missió fonamental donar serveis a les empreses però que, a la vegada, participen i generen activitats de recerca. ACCIÓ té identificats, sota el segell TECNIO, els desenvolupadors de les tecnologies més innovadores del sistema R+D+I de Catalunya amb capacitats tecnològiques diferencials i amb capacitat de transferir-les a l'empresa.³ La xarxa TECNIO està formada per 61 unitats totes elles compostes per grups de les universitats catalanes, centres CERCA i CSIC i hi inclou 7 entitats jurídiques independents que també són proveïdores de tecnologia: Eurecat, Leitat, Institut Català del Suro (ICSURO), Ecpol Tech, Iris Technology Group, Starlab i ICR Ingeniería para el Control del Ruido S.L. Les tres primeres es poden considerar centres tecnològics (tot i que només Eurecat i Leitat tenen aquesta consideració per part del Centre per al Desenvolupament Tecnològic Industrial-CDTI) i les 4 darreres, sorgides com a startups al seu moment, han desenvolupat tasques d'R+D amb orientació industrial. D'altra banda, a la memòria de la Federació de Centres Tecnològics d'Espanya (FEDIT), que agrupa 43 centres tecnològics, observem que apareixen 3 centres a Catalunya: Leitat, Eurecat i un tercer adscrit a la UPC, CIT-UPC, que inclou els centres TECNIO de la UPC.⁴
- **Centres o departaments de recerca promoguts i recolzats pel sector empresarial ubicats a Catalunya:** és el que usualment coneixem com a recerca efectuada pel sector privat. En aquest cas, més enllà dels indicadors globals estadístics, només trobem una certa informació sobre activitat en ciència i recerca en anàlisis sectorials per àmbits. En aquest sentit, ens hem basat en les informacions disponibles a partir de les activitats dels clústers i dels informes sectorials que s'han anat fent d'alguns sectors més relacionats amb la innovació industrial i les noves tecnologies.

En aquest capítol 2 no s'inclouen ni els centres tecnològics, ni la xarxa TECNIO, ni els centres o departaments promoguts pel sector industrial que seran tractats amb detall en el capítol 3.

Així, per a cada apartat del capítol, analitzarem les dades o les informacions disponibles de cada una d'aquestes tipologies i, en el seu cas, indicarem quines són les dades que manquen i que seria convenient anar incorporant a successius informes per tenir una visió més acurada de la realitat de la ciència i la recerca desenvolupada al nostre país.

1 Projectes de recerca de l'IEC per títol: <https://www.iec.cat/recerca-v/projectes-titol.asp>

2 IEC (2022).

3 ACCIÓ. Acreditació TECNIO <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/processos-acreditacio/tecnio/index.html>

4 Centres tecnològics FEDIT: https://fedit.com/etiquetas_portfolio/catalunya/ [Consulta: setembre 2023]

2. Algunes consideracions sobre el nou marc regulador de la recerca: Llei de la ciència de Catalunya i reforma de la Llei de la ciència estatal

El 13 de gener de 2023 entrava en vigor la Llei de la ciència de Catalunya (Llei 9/2022, del 21 de desembre, de la ciència) que defineix els principals òrgans i estratègies que han de permetre consolidar la posició capdavantera de la ciència feta a Catalunya i enfortir el model propi del sistema d'R+D+I per garantir una ciència que posa èmfasi en la innovació, la sostenibilitat, la cohesió social i l'equilibri territorial segons paraules que recull el propi text.

La Llei de la Ciència de Catalunya dedica el títol quart als agents del sistema de recerca, desenvolupament i innovació. El seu article cinquè enumera els agents del sistema de recerca, desenvolupament i innovació, sens perjudici dels que es puguin crear de nous. Així a les universitats públiques i privades sense ànim de lucre hi afegeix:

- b) Els centres de recerca reconeguts com a centres CERCA.
- c) La Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA).
- d) Els instituts de recerca i innovació en salut del sector públic de la Generalitat que no tinguin reconeguda la condició de centre CERCA, els dispositius assistencials intensius en recerca i innovació del sistema de salut pública de Catalunya i altres dispositius assistencials que compleixen activitats en l'àmbit de la recerca i la innovació en salut, sens perjudici de llur titularitat i naturalesa jurídica.
- e) La Bioregió de Catalunya com a agent executor de les polítiques de transferència, valoració i innovació en biotecnologia i biomedicina.
- f) Les infraestructures científicotècniques singulars del sector públic de la Generalitat.
- g) Les infraestructures de recerca situades a Catalunya, tant les de l'àmbit del Fòrum Estratègic Europeu sobre Infraestructures de Recerca (ESFRI) com les infraestructures científicotècniques singulars d'àmbit compartit amb l'Administració de l'Estat, reunides al Mapa d'infraestructures científicotècniques singulars, i els centres del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC), situats a Catalunya, sens perjudici de llur titularitat o adscripció i del règim jurídic que els sigui aplicable, que no resulten afectats.
- h) Fusion for Energy (F4E), com a centre de recerca de la Unió Europea instal·lat a Barcelona per al desenvolupament de l'energia de fusió; el Laboratori Europeu de Biologia Molecular de Barcelona (EMBL Barcelona), com a part integrant del Laboratori Europeu de Biologia Molecular (EMBL), i les altres organitzacions internacionals que facin recerca de la màxima qualitat a Catalunya, siguin quins siguin la naturalesa jurídica i el règim jurídic aplicable, que no resulten afectats.
- i) Els parcs científics i tecnològics, ateses llurs funcions de promoció i gestió de la innovació i d'increment de la competitivitat de les empreses intenses en coneixement, les entitats de recerca i els centres tecnològics que hi són instal·lats o associats.
- j) Els serveis científicotècnics i altres infraestructures de suport i de cooperació entre agents, atès que donen suport a la recerca i la potencien. Sense aquests serveis, els altres agents del sistema no podrien accomplir una part important de llur tasca i difusió.
- k) Les grans, petites i mitjanes empreses amb activitat de recerca i innovació; les agrupacions empresarials innovadores; i les xarxes, les associacions, les aliances i els clústers, que tinguin per objecte estimular les activitats empresarials de recerca i innovació i contribuir-hi, compartir coneixement i instal·lacions, i afavorir la transferència i la divulgació de la informació tecnològica entre les empreses integrants en llurs estratègies públiques de competitivitat i creixement econòmic, entre altres aspectes.

l) La Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR), l'Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU Catalunya), l'Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya (AQuAS), l'Agència per la Competitivitat de l'Empresa (ACCIÓ), la Fundació Institució dels Centres de Recerca de Catalunya (CERCA), el Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya (CSUC), l'Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (IcatMar) i altres agents del sistema de recerca, desenvolupament i innovació que contribueixen al compliment dels objectius d'aquesta llei.

m) Els centres tecnològics, els centres amb acreditació TECNIO i altres agents estratègics, públics o privats, que compleixen una funció destacada com a valoradors de la recerca i com a impulsors del teixit econòmic innovador en sectors prioritaris per a Catalunya, i que promouen aliances amb els principals agents d'innovació nacionals i internacionals.

n) El Servei Meteorològic de Catalunya per la seva activitat de recerca, desenvolupament i innovació en meteorologia, climatologia i altres àmbits, i també de formació i difusió, d'acord amb els seus estatuts.

o) L'Institut d'Estudis Catalans (IEC) i les seves societats filials, i les acadèmies científiques de Catalunya, atesa llur important funció en el foment i la difusió de la ciència i el pensament crític. L'Institut també desenvolupa alta recerca en la metodologia històrica aplicada a les ciències humanístiques, en l'estudi, la codificació i el desenvolupament del català, en el conreu de la ciència en aquesta llengua i en els altres àmbits de la cultura catalana.

p) L'Escola d'Administració Pública de Catalunya (EAPC), com a promotora de la generació de polítiques públiques basades en l'evidència científica, en l'àmbit de l'administració i la direcció pública.

q) Els centres públics d'educació superior no universitària, inclosos els artístics, amb activitat de recerca.

r) Els departaments de la Generalitat representats a la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació i les unitats especialitzades i els laboratoris que duen a terme actuacions de recerca, transferència i innovació sota la seva coordinació.

s) Les altres administracions públiques que acompleixen activitats de recerca i innovació en qualsevol àmbit territorial de Catalunya.

t) Les entitats de naturalesa jurídica diversa que tenen entre llurs activitats principals la producció, la promoció, el finançament i la transferència del coneixement científic, fonamentat en recerca i evidències, amb l'objectiu de fer avançar el coneixement, potenciar la innovació i millorar les polítiques públiques i el funcionament i l'eficàcia dels serveis d'interès públic.

El capítol segon del títol quart està destinat al subconjunt de centres de recerca que, dins del conjunt de centres de recerca, desenvolupament i innovació del sistema català, han estat reconeguts com a centres CERCA (Centres de Recerca de Catalunya) i que des de l'any 2011 tenen un règim d'autonomia especial legalment establert. Defineix els centres CERCA com les entitats amb personalitat jurídica pròpia, sense ànim de lucre i amb seu a Catalunya que tenen com a objecte principal la recerca d'excel·lència i el seu impacte en la societat i que han estat reconegudes internacionalment com a model de recerca capdavantera i de frontera. Determina les característiques del model català de centres de recerca en els termes que estableix la Llei 7/2011, del 27 de juliol. Consolida llur règim d'autonomia i les mesures de protecció per als centres CERCA del sector públic de la Generalitat, entre d'altres les relatives a les despeses de personal, al pressupost, al patrimoni, a la contractació, a la transparència, a la governança digital, al personal investigador amb funcions de direcció, i a l'impuls i la participació dels centres CERCA i de llur personal en societats mercantils de base tecnològica, incloent-hi les mesures de supervisió i control. També regula els requisits per al reconeixement d'un centre com a centre CERCA i per al manteniment d'aquesta condició, que requereix una avaluació científica externa de la seva activitat amb la periodicitat que determini el departament competent en matèria de recerca i universitats, d'acord amb la Institució CERCA. En aquest capítol es destaca la Institució CERCA com a estructura de suport als centres CERCA, que treballa per llur projecció corporativa institucional i científica i contribueix a la posada en pràctica de les polítiques de la Generalitat adreçades als centres de recerca i a altres estructures en recerca, desenvolupament i innovació que s'acordin i li encarreguin per mitjà de l'instrument jurídic que correspongui.

El capítol quart reconeix la importància dels hospitals universitaris, dels instituts de recerca i innovació en salut del sector públic de la Generalitat i dels dispositius assistencials intensius en recerca,

desenvolupament i innovació del sector públic de la Generalitat, atès llur compromís, permanent i històric, amb la recerca en ciències de la salut, que tants i tan importants avenços han aportat a la salut de les persones i al progrés del benestar social. Els reconeix com a agents cabdals del sistema de recerca, desenvolupament i innovació de Catalunya, en la generació de coneixement d'excel·lència i en el sistema translacional de generació d'aquest coneixement en benefici de la salut i el benestar de les persones de la manera més eficaç, ràpida i segura. Han de tenir els recursos necessaris per a desenvolupar recerca en ciències de la salut d'alta qualitat, amb el màxim impacte possible sobre el benestar creixent de la població catalana i amb vocació que els resultats siguin d'abast global i traslladables a totes les persones que els requereixen, al més aviat possible i en igualtat de condicions. La destacable recerca en salut es complementa i reforça amb la que fan els hospitals associats a les universitats, altres centres hospitalaris, equips d'atenció primària, centres sociosanitaris, centres de salut mental integrats al sistema de salut de Catalunya i altres institucions que duen a terme llur activitat en l'àmbit de la recerca en salut.

El capítol cinquè es destina a les infraestructures científicotècniques singulars del sector públic de la Generalitat i a les xarxes de recerca, desenvolupament i innovació com a instal·lacions clau que ofereixen recursos i serveis, altament especialitzats, a la comunitat científica. Les polítiques públiques han de potenciar les grans infraestructures que comportin internacionalment un avantatge estratègic o competitiu a Catalunya. La mobilitat i la coordinació entre els agents del sistema de recerca, desenvolupament i innovació i el treball cooperatiu de llur comunitat científica són elements clau en el sistema de recerca, desenvolupament i innovació.

El 14 de març de 2023 el Govern va presentar el calendari de desplegament de la Llei de la ciència de Catalunya que inclou:

- La Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació (CIRI): òrgan col·legiat de coordinació de les competències de la Generalitat en la matèria que coordinarà els departaments amb activitat en R+D+I i definirà les línies estratègiques de finançament públic
- El Consell per a la Recerca i la Innovació de Catalunya (CORICAT): òrgan consultiu del Govern per prendre les grans decisions estratègiques de país sobre ciència i innovació.
- El Consell del Mecenatge en Recerca, Desenvolupament i Innovació de Catalunya. La seva missió serà elevar propostes per mantenir actualitzada la política de mecenatge en R+D+I i assessorar en els mecanismes per a la seva efectivitat.
- El calendari de constitució d'aquests tres òrgans s'estableix entre el pròxim mes de maig i el juliol d'aquest mateix any [2023]. Pel que fa als plans i les estratègies a desplegar en el marc de la llei, el calendari previst en l'informe del Departament de Recerca i Universitats està fixat entre el juliol d'aquest mateix any i el gener de 2024. Concretament, la normativa preveu:
- Pla estratègic universitari en recerca i transferència d'excel·lència. Preveu sotmetre l'activitat científica a una avaluació externa que, en cas de ser positiva, atorgarà una credencial per accedir a ajuts competitius. Destinat a les universitats i als seus departaments, als instituts de recerca propis i als centres adscrits amb activitat de recerca
- Estratègia d'igualtat de gènere a la ciència. Té com a objectiu promoure la paritat de dones i homes en tots els àmbits del sistema català de ciència i la incorporació de la perspectiva de gènere com una categoria transversal de la producció de coneixement

Paral·lelament, també s'aprovaran plans d'igualtat.

- Estratègia de ciència oberta. Per tal de permetre que personal investigador dipositi la producció científica i les dades de l'activitat de recerca en repositoris amb accés obert i de manera entenedora. Aquestes dades hauran de ser localitzables, accessibles, reproduïbles i interoperables (FAIR Data) en el marc ètic i de respecte al treball científic aliè.
- Estratègia d'innovació i transferència de coneixement. Té l'objectiu d'enfortir un ecosistema avançat en innovació alineat amb els reptes territorials, socials i empresarials i que promoguin una economia i una societat fonamentada en el coneixement, orientada a l'aplicació de tecnologia disruptiva i a l'emprenedoria de base tecnològica.

Així mateix, a nivell estatal tenim el Pla Estatal de Recerca Científica, Tècnica i d' Innovació 2021-2023, integrat en l'Estratègia Espanyola de Ciència, Tecnologia i Innovació (EECTI) 2021-2027.

El finançament de les actuacions del Pla Estatal prové dels fons procedents dels Pressupostos Generals de l'Estat i podrà comptar també amb altres fonts de finançament que inclouen els fons europeus, especialment els inclosos al Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència.

Aquest Pla presenta altres novetats de gran importància, vinculades al necessari impuls a la transferència del coneixement i a la cerca de sinergies amb les comunitats autònomes en la fixació de prioritats i en l'execució de projectes. La seva execució és presidida per la transversalitat: implica directament 12 ministeris i les seves unitats i entitats dependents, integrant tota l'activitat de l'Administració General d'Estat en R+D+I.

2.1. Plans complementaris

Els Plans Complementaris és un nou instrument dirigit a establir col·laboracions amb les comunitats autònomes en accions d'R+D+I que tinguin objectius comuns basats en interessos reflectits a l'Estratègia d'Especialització Intel·ligent (RIS3) estatal i autonòmica. Es tracta de crear sinergies, alinear l'execució de fons i establir prioritats comuns.

S'han seleccionat 8 àrees d'interès científicotècniques dins de les línies de l'EECTI: (1) biotecnologia aplicada a la salut, (2) ciències marines, (3) comunicació quàntica, (4) energia i hidrogen renovable, (5) agroalimentació, (6) astrofísica i física d'altres energies, (7) materials avançats i (8) biodiversitat.

Amb el propòsit de construir sinergies territorials, els plans complementaris contempen la participació de diverses comunitats autònomes en un programa, amb la possibilitat de que una comunitat autònoma pugui participar en diversos programes. S'aconsegueix així l'aprofitament de capacitats i infraestructures singulars juntament amb la possible participació d'empreses. Els programes tindran una durada de 2 o 3 anys, amb compromisos de cofinançament i mecanismes de cogovernança, potenciant la transformació econòmica territorial.

En total, està previst que es mobilitzin 466 milions d'euros fins al 2025, dels quals seran finançats 299 M€ per part del Ministeri de Ciència i Innovació i la resta cofinançada per les comunitats autònomes.

El dia 8 de novembre de 2021, a la reunió del Consell de Política Científica, Tecnològica i d'Innovació, es van acordar els convenis marc corresponents a 2021, a les àrees d'interès: biotecnologia en salut, ciències marines, comunicació quàntica i energia i hidrogen renovable. L'any 2022 s'han signat els convenis corresponents a les àrees d'interès: agroalimentació, astrofísica i física d'altres energies, materials avançats i biodiversitat.

Catalunya participa en quatre plans complementaris: biotecnologia en salut, comunicació quàntica; astrofísica i física d'altres energies i materials avançats.⁵

2.2. Projectes Estratègics per a la Recuperació i Transformació Econòmica (PERTE)

Els PERTE són projectes que es consideren de caràcter estratègic perquè tenen la capacitat d'arrossegar la resta de l'economia espanyola.

Són projectes en col·laboració (hi participen administracions públiques, empreses i centres de recerca), que tenen una visió integral de cadena de valor i un impacte transformador. Aquests projectes integren altres

⁵ Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència (PRTR). Plans complementaris amb comunitats autònomes <https://www.ciencia.gob.es/ca/Estrategias-y-Planes/Plan-de-Recuperacion-Transformacion-y-Resiliencia-PRTR/Planes-complementarios-con-CCAA.html>

projectes més concrets que comparteixen un objectiu i impliquen un nombre significatiu d'empreses i administracions.

Són un nou instrument de col·laboració públicoprivada, amb vocació de permanència, definit al Reial decret llei 36/2020, de 30 de desembre, pel qual s'aproven mesures urgents per a la modernització de l'Administració pública i per a l'execució del Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència (PRTR).

2.3. Nova llei de contractes laborals. Reforma laboral vigent de 28 de desembre de 2021 (Reial decret llei 32/2021; Llei 20/2021)

Les novetats principals d'aquesta reforma inclouen la contractació estable com a norma, per la qual cosa els contractes es presumeixen concertats per temps indefinit i es redueixen, per tant, les modalitats de contractació disponibles i desapareix la possibilitat de subscriure contractes per a obra o servei determinat. A l'àmbit de la ciència s'estableixen els contractes específics predoctorals (EPIF), d'accés al sistema de recerca (mínim 3 anys i màxim 6 anys) i el contracte indefinit d'activitats científicotècniques lligat a l'existència de finançament d'una línia de investigació.

La recerca, com activitat laboral, té unes peculiaritats que fan necessari adaptar les lleis generals a les seves característiques. La primera és un període de formació com a científic molt llarg, que s'inicia amb la realització de la tesi doctoral després de finalitzar la formació universitària i continua amb el període postdoctoral, en què es realitzen estades a diferents centres o universitats moltes vegades d'altres països per tal de conèixer noves maneres de fer ciència i anar ampliant i a la vegada especialitzant el coneixement per cercar més enllà del que sabem. Aquest període, que ara es delimita en 4 anys predoctorals i 6 anys postdoctorals, requereix mobilitat i després oportunitats per incorporar-se al sistema de recerca.

En aquest llarg procés no totes les institucions tenen la mateixa missió. Hi ha institucions, com ara els centres CERCA, que es focalitzen en la formació dels investigadors en els coneixements de frontera i permetre que puguin desenvolupar les seves primeres idees per fer ciència. La majoria d'aquestes persones no continuaran als centres un cop finalitzat aquest període i, per tant, han de trobar la seva progressió com a científics/científiques a d'altres institucions com ara les universitats, els hospitals o el món empresarial. Els centres CERCA són entitats que requereixen sistemes flexibles de gestió, de contractació i de mobilitat del seu personal.

Una altra particularitat de fer recerca és que els investigadors i les investigadores no disposen d'entrada de tots els recursos necessaris per fer la seva activitat. Ni tampoc les universitats, els centres de recerca i els hospitals disposen dels pressupostos per donar al seu personal investigador el que necessiten per investigar. Aquests recursos s'aconsegueixen tot demanant projectes de recerca a les agències finançadores siguin públiques o de mecenatge privat.

Això succeeix a tots els països del món occidental, amb la peculiaritat que com que al nostre país, la inversió en ciència està molt per sota de la mitjana europea, la dependència a l'hora d'aconseguir finançament mitjançant projectes (sobretot europeus o internacionals) és molt més gran a casa nostra, que a d'altres països amb una política de suport a la ciència molt més arrelada. Gestionar aquests fons temporals implica fer contractacions de personal acotades amb el temps. La nova figura de contracte indefinit vinculat a finançament que preveu la llei no ens pot portar a engany. Seran contractes indefinits però amb una temporalitat lligada a la durada dels finançaments. No podem establir més personal científic, si no hi ha un increment notable del finançament estructural que reben les institucions. D'altra banda, la contractació de personal amb caràcter indefinit es troba actualment fortament limitada per la imposició de limitacions per part de l'Estat espanyol (lleis de pressupostos vigents) en la massa salarial dels centres CERCA així com de les taxes de reposició de personal que són encara insuficients per garantir el manteniment de les línies de recerca vigents amb personal investigador i tècnic contractat de forma estable, com a conseqüència de l'aplicació de l'esmentada reforma laboral. Segurament l'impacte d'aquestes reformes en el sistema de recerca es veurà en els propers anys.

Per últim, des del 30 novembre 2021 s'ha constituït la mesa negociadora pel primer conveni col·lectiu sectorial de la recerca de Catalunya per al sector públic. La mesa esta constituïda per 15 persones representant l'associació empresarial Associació de Centres de Recerca Catalans (ACREC), constituïda per resolució de l'11 de juliol de 2019, per la Direcció General de Relacions Laborals i Qualitat en el Treball⁶ i 15 persones representant els sindicats amb representació majoritària en els treballadors (8, CCOO i 7, UGT). Les múltiples reunions fetes fins al moment han de permetre definir una estructura i model de relacions laborals adaptat a les necessitats de la recerca de Catalunya, que doni també seguretat jurídica a totes les persones contractades laboralment en el sector. Aquest primer conveni col·lectiu serà també un element clau per una millor definició del model de la recerca a Catalunya.

3. Recursos econòmics per a la recerca i la innovació en l'àmbit dels centres, entitats i infraestructures de recerca

D'acord amb les dades d'Eurostat,⁷ a l'EU27 el 2021 la inversió en R+D va ser del 2,26% respecte del PIB (del 2,12%, el 2015), molt lluny de l'objectiu del 3% establert per al 2020. Aquests percentatges queden força lluny de la inversió dels Estats Units⁸ (3,4%, el 2021; 2,79%, el 2015) o del Japó (3,29%, el 2021; 3,24%, el 2015). En els darrers anys, Europa ha vist com també la Xina l'ha superada (2,14%, el 2018; 2,07%, el 2015).

A l'Estat espanyol, la inversió en R+D ha estat molt inferior (1,19%, el 2016; 1,21%, el 2017; 1,24%, el 2018; 1,25% el 2019; 1,41% el 2020 i 1,43% el 2021),⁹ tot destinant 7.497 M€ al sector públic (increment del 16% des de 2018 que va ser de 6.461 M€) i 9.752 M€ al sector privat (increment del 15% des de 2018 que va ser de 8.484 M€).

Segons dades d'Eurostat (2021) a Catalunya es van destinar un total de 4.078,7 M€ a recerca i desenvolupament (increment de 16,1% respecte al 2018 que va ser de 3.513 M€). Repartida aquesta quantitat en 1.573,6 M€ executat pel sector públic (increment del 16,47% respecte al 2018 que va ser de 1.351 M€) i 2.505 M€ executat pel sector privat (increment del 15,86% respecte al 2018 que va ser de 2.162 M€).

Catalunya està sensiblement per damunt de la mitjana espanyola en inversió en R+D respecte al PIB (1,39%, el 2016; 1,41%, el 2017; 1,45%, el 2018, 1,43% el 2019, 1,61% el 2020 i 1,67% el 2021) però lluny de les dades de la UE28 i, encara més, dels seus països capdavanters (amb valors que oscil·len entre el 2,5% i el 3,3%). Per comunitats autònomes, Catalunya ocupa en dades 2021 la quarta posició en despesa per habitant (531 €) darrera del País Basc (765 €), Navarra (670 €) i Madrid (592 €).¹⁰

La recerca pública a l'Estat espanyol ha estat un dels àmbits més afectats per l'impacte pressupostari arran de la crisi econòmica. Segons l'Informe COTEC, la inversió executada per l'Administració General de l'Estat en R+D l'any 2022 va ser de 8.824 M€ sobre 15.044 M€ pressupostat (58,7% d'execució).¹¹ Això representa superar per primera vegada des de l'any 2009 el màxim d'execució de la inversió pressupostària, que va ser en aquell any de 8.476 M€ i deixant enrere el mínim d'execució pressupostària de l'any 2017 de 3.040,12 M€. Des de 2012 fins a l'any 2021 no s'havien superat els 4.000 M€ d'inversió executada (vegeu gràfic 1).

6 Anunci pel qual es fa públic el dipòsit dels estatuts de l'organització empresarial denominada Associació de Centres de Recerca Catalans (ACREC), Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya [DOGC], 7924, de 24 de juliol de 2019. <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=854724>

7 Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat>

8 OECD (2023a).

9 Sistema de Información sobre Ciencia, Tecnología e Innovación (SICTI). Gasto en I+D: <https://www.ciencia.gob.es/Estrategias-y-Planes/Sistema-de-Informacion-sobre-Ciencia--Tecnologia-e-Innovacion--SICTI-/Datos-globales-del-sistema/Gasto-en-I-D.html>

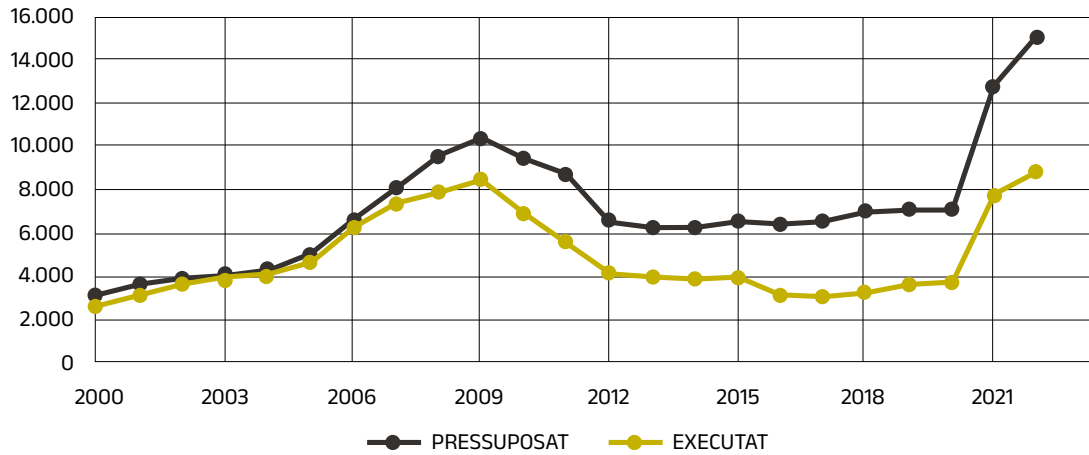
10 Europa Press (2022).

11 COTEC (2022).

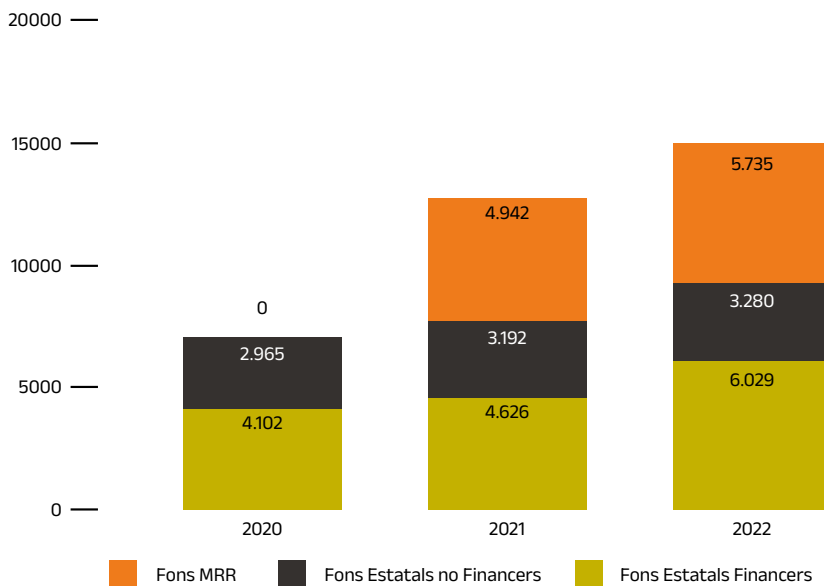
A Catalunya, la despesa pública estatal en R+D va passar dels 541,52 M€ el 2009 als 348,34 M€ el 2016, una disminució de pràcticament 200 M€ anuals, molt superior a la que ha patit la despesa de la Generalitat en el mateix període, que va passar de 673,94 M€ a 619,06 M€ (54 M€).¹²

A nivell de l'Estat espanyol, tot i aquest canvi en els anys 2021 i 2022, això no s'ha traduït en un increment del pes de l'R+D en el PIB estatal. Això fa que diversos organismes com ara COTEC es qüestionin poder assolir el 2027 l'objectiu del 2,12% del PIB.¹³

Gràfic 1. Evolució temporal de la inversió en R+D executiva respecte a pressupostada per l'administració estatal en milions d'euros. Font: Fundació COTEC



Gràfic 2. Distribució del pressupost d'R+D de l'administració estatal segons origen dels fons en milions d'euros. Font: Fundació COTEC



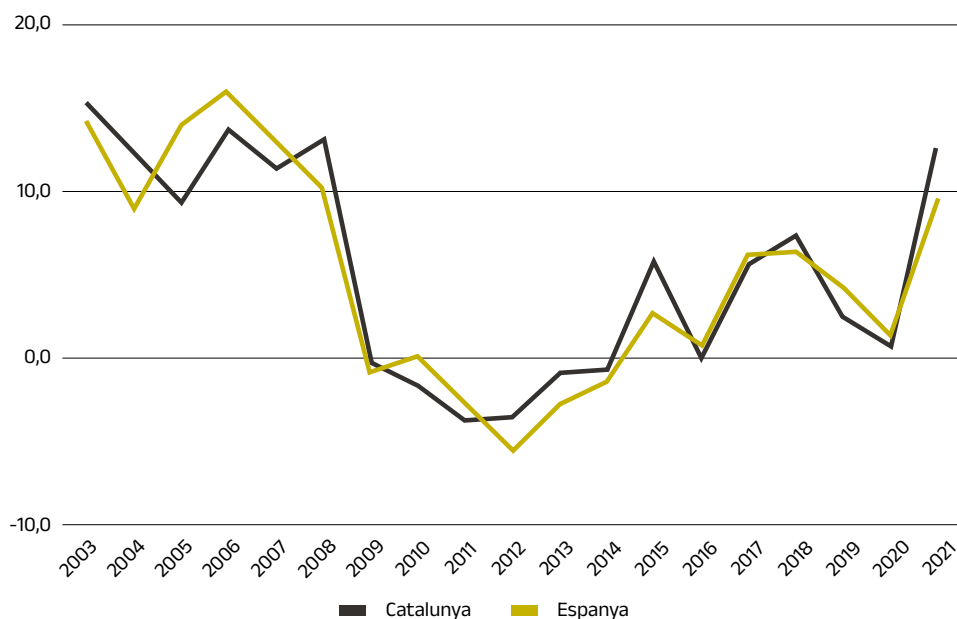
En el cas de Catalunya s'observa que el percentatge de variació de la inversió en R+D ha anat seguint amb força fidelitat la despesa estatal.¹⁴

¹² Generalitat de Catalunya (2020) p. 29-30.

¹³ Cotec (2023).

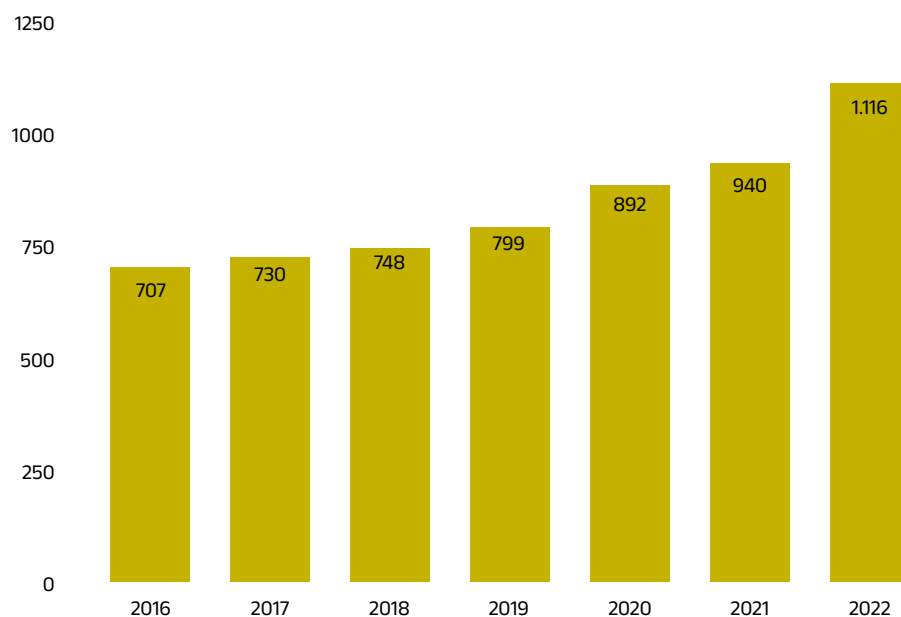
¹⁴ Idescat (2023a).

Gràfic 3. Variació anual de la despesa interna en recerca i desenvolupament per part de l'Estat espanyol i de Catalunya.
Font: Idescat



L'informe fet per la Direcció General de Recerca¹⁵ manifesta una forta pujada de la inversió tant l'any 2020 com el 2021 en què s'aconsegueix arribar fins als 940,25 M€. Cal considerar la recuperació de la Conselleria de Recerca i Universitats i els canvis de conselleries. Això dificulta poder comparar amb facilitat els pressupostos i també cal considerar les diferències entre pressupost aprovat i finalment les modificacions introduïdes posteriorment.

Gràfic 4. Finançament de l'R+D per part de la Generalitat de Catalunya en milions d'euros. Font: Departament de Recerca i Universitats



¹⁵ Departament de Recerca i Universitats (2022).

Quadre 1. Objectiu de finançament del 1,25% PIB públic en R+D

Si considerem el pressupost 2023 de la Generalitat i el PIB de Catalunya de l'any 2022 (l'any 2022 el producte interior brut (PIB) de Catalunya va assolir els 270.710 M€) i la proporció que la inversió de la Generalitat representa de la inversió pública en R+D (que l'any 2021 va representar el 59,75%), aquest esforç del 1,25% equivaldria a una inversió del sector públic de 3.383,8 M€, de la qual el 59,75% correspondria a la Generalitat (mantenint proporcions de l'aportació de la Generalitat dins l'àmbit de les administracions públiques) amb un import llavors de 2.021,82 M€.

Arribar a 2021,82 M€ representaria que la Generalitat destinés el 5,3% del seu pressupost departamental actual o el 4,67% del seu pressupost total actual a R+D.

Un camí aproximat seria que la Generalitat destinés el 2023 el 3,2% del seu pressupost executat departamental (o el 2,57% del seu pressupost total executat) a R+D i que cada any incrementés el pressupost en R+D en 3 dècimes fins al 2030 (això seria considerant que no hi ha increments del PIB durant el període). Aquest 3,2% l'any 2023 representaria que la despesa en R+D de la Generalitat fos de 1.220,44 M€ per l'any 2023.

Si es comparen les xifres de l'informe sobre finançament de l'any 2020 amb les de l'any 2021, l'increment ha estat del 5,35% en R+D. Cal tenir present que els pressupostos de l'any 2021 van ser pressupostos prorrogats, per tant, entre la previsió de pressupost i l'execució final poden haver modificacions.

Si es compara el pressupost executat de la Generalitat de Catalunya pel finançament de l'R+D amb el pressupost total executat de cada un dels departaments i els òrgans superiors, per a l'any 2021 (35.055,62 M€ en aquest càlcul del pressupost total executat s'exclouen els fons no departamentals) aquest representa el 2,68%. Si prenem el valor total dels pressupostos executats de la Generalitat de 39.806 M€, llavors el percentatge és del 2,36%.

El percentatge d'inversió de la Generalitat per l'any 2021 respecte a la inversió pública total de R+D a Catalunya va ser del 59,75%. Aquest percentatge és molt similar al que ja teníem el 2006.¹⁶

Dins el finançament de l'R+D, el Departament de Recerca i Universitats representa l'any 2021 el 58,29%, seguit pel Departament de Salut, amb el 30,91%; el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, amb el 3,68%; i el Departament d'Empresa i Treball, amb el 3,40%. Els altres departaments es mouen en percentatges inferiors a l'1%.

D'altra banda, les dades per 2022,¹⁷ indiquen que es va invertir la quantitat de 1.116 M€, cosa que representa un increments del 9,5% respecte a l'any anterior.

Taula 1. Finançament de l'R+D+I per tipus d'actuacions i departaments, en milions d'euros i percentatge respecte el total. Any 2022. Font: Departament de Recerca i Universitats

Tipus d'actuacions	Import (M€)	% respecte el total
Ajuts i finançament basal de l'R+D+I	442,6	39,62%
R+D fons generals universitaris	388,7	34,80%
R+D+I del sistema públic de salut	257,7	23,08%
R+D+I de la Generalitat de Catalunya	27,8	2,50%
Departaments	Import (M€)	% respecte el total
Recerca i Universitats	655,4	58,68%

16 Pacte Nacional Per a la Recerca i la Innovació (2008): "(...)La distribució de l'origen del fons a Catalunya és d'un 59,7% del total de la part privada i d'un 35,4% de les administracions públiques, del qual la Generalitat en representa un 60% i l'Estat i les altres administracions el 40%. La resta, un 5%, prové de l'exterior (la Unió Europea majoritàriament)".

17 Departament de Recerca i Universitats (2024).

Capítol 2. Centres, entitats i infraestructures de recerca

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Tipus d'actuacions	Import (M€)	% respecte el total
Salut	308,0	27,57%
Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural	69,7	6,24%
Empresa i Treball	46,2	4,14%
Resta de departaments	37,6	3,37%

Si el 2023 la previsió de despesa de la Generalitat va ser de 38.139 M€ (sense NGEU) llavors mantenir un finançament del 2,68% en recerca representava 1.022,12 M€ amb un increment net de 81,75 M€ respecte al 2021. Arribar al 3,2% requeriria que el pressupost per R+D fos de 1.220,48 M€ amb un increment de 280,20 M€ respecte al 2021. Si mirem l'evolució del capítol 57 de la Generalitat executat des de l'any 2020, els increments que hi ha hagut han estat de 16,5 M€ l'any 2020; 31,13 M€, el 2021; i de 128,89 M€, el 2022, la qual cosa significaria que el capítol 57 per al 2023 s'hauria d'incrementar amb una quantitat similar a la que es va produir en els pressupostos 2022. Per poder assolir a Catalunya l'objectiu de la Llei de la Ciència d'arribar a l'1,25% del PIB de finançament públic de l'R+D l'any 2030 (el 2021 aquest percentatge va ser del 0,65%) caldria gairebé doblar l'esforç públic actual en els propers 9 anys.

Taula 2. Dades de l'evolució temporal del finançament de la recerca pública a Catalunya. Font: elaboració pròpia

	2009	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
% R+D PIB CAT (a)	1,39	1,39	1,41	1,45	1,43	1,61	1,67	ND
% R+D PIB CAT Pública (a)	0,66	0,59	0,58	0,55	0,57	0,64	0,65	ND
Inversió R+D Pública (M€) (a)	1.367	1.308	1.343	1.350	1.428	1.432	1.574	ND
Inversió R+D Generalitat (M€)	674 (b)	619 (b) 707 (c)	730 (c)	748 (c)	799 (c)	892 (c)	940 (c)	1.116
Inversió R+D Estat a CAT (M€)	542 (b)	348 (b)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pressupost Generalitat executat (M€) (e)	32.778 (d)	28.447	29.725	30.185	32.007	37.016	39.806	40.548
% Pressupost Generalitat en R+D (f)	ND	2,17% (b) 2,48%	2,45%	2,48%	2,49%	2,41%	2,36%	2,75%
Cap. 57 Generalitat (R+D+i) (M€) (e)	ND	232	297	262	291	307	338	467
Recursos estatals competitiu a CAT (M€) (g)	249	192	206	188	239	193	448	377

ND: Dades no disponibles

a: Dades Idescat¹⁸

b: Dades del Pacte nacional per al Coneixement¹⁹

c: Dades informe Departament d'Universitats i Recerca²⁰

d: Pressupostos 2009 de la Generalitat²¹

e: Pressupostos Generalitat executats²²

f: Elaboració pròpia a partir de la fila de pressupost executat versus inversió R+D de la Generalitat.

g: Informes de la Agència Estatal de Investigació (AEI)²³

¹⁸ Idescat (2023a).

¹⁹ Generalitat de Catalunya (2020).

²⁰ Departament de Recerca i Universitats (2022).

²¹ Generalitat de Catalunya (2011).

²² Departament d'Economia i Hisenda (s.d.).

²³ <https://www.aei.gob.es/ayudas-concedidas/informacion-estadistica>

3.1. Centres CERCA

El nombre de centres CERCA, segons la resolució EMC/971/2020, de 5 de maig 2020, per la qual es reconeixen els centres CERCA de Catalunya, indica que hi ha 39 centres reconeguts —l'any 2021 aquest nombre s'ha incrementat fins a 41 per la incorporació de 3 nous centres després de superar un procés d'avaluació i l'extinció d'un per fusió. D'aquest 41 centres, 11 han estat reconeguts com a centres d'excel·lència Severo Ochoa, 2 com a unitats María de Maeztu (reconeixements per part del Ministeri de Ciència i Innovació) i 8 com a instituts de Recerca Sanitària per l'Institut de Salut Carles III (ISCIII).

Tot considerant les dades consolidades l'any 2021 dels 41 centres, aquests gestionen directament un pressupost de 670 M€ (enfront a 480 M€ el 2019). D'aquests 670 M€, 146 M€²⁴ corresponen a dotacions basals (enfront a 128 M€ el 2019) que diferents departaments de la Generalitat fan als centres CERCA. Cal considerar que des de 2019 s'han incrementat el nombre de centres CERCA.

L'aportació dels departaments de la Generalitat als centres CERCA augmenta lleugerament pel que es refereix a l'any 2020. En concret s'ha incrementat en 0,76 M€, que representen el 0,52% més respecte del 2020.

Hem de distingir entre la gestió directa del pressupost d'aquestes entitats i la dels actius totals mobilitzats per aquestes entitats, que hi inclourien les aportacions indirectes efectuades per les entitats que formen part del consorci o patronat de la fundació (com ara les universitats a través de professors universitaris adscrits, personal investigador ICREA, personal facultatiu dels hospitals adscrits, edificis o instal·lacions cedits totalment o parcial per efectuar la seva activitat de recerca). Aquesta dada agregada donaria una millor visió del sistema de centres CERCA. Algunes estimacions parcials efectuades mostren que, en global, la valoració econòmica de la contribució en espècies de les entitats patrones no supera el 30% de l'aportació basal total del centre.

Una primera valoració indicaria que per cada euro directe invertit en finançament basal s'han aconseguit 4,43 € mitjançant convocatòries competitives públiques o privades, de caràcter local, estatal o internacional o mitjançant convenis de col·laboració o de serveis amb entitats privades.

Cal distingir que l'aportació basal dels diferents departaments de la Generalitat als centres de recerca no es destina a les mateixes necessitats per a tots els centres. Per exemple, hi ha centres que tenen edificis propis o cedits sense cost per part d'altres entitats i, en aquest cas, part d'aquesta dotació basal es destina al manteniment de les instal·lacions. En altres casos hi ha centres que no tenen laboratoris i instal·lacions pròpies i fan servir una part important de la dotació basal per llogar els espais necessaris a tercers (normalment universitats o parcs científics promoguts per les universitats, hospitals o administracions públiques).

D'altra banda, la crisi econòmica seguida de la crisi política i la pandèmia COVID-19 ha fet que, des de 2010, hagin desaparegut o no s'hagin complert els contractes programa, basats en indicadors, per establir una política equilibrada d'assignació de recursos basals centrada en prioritats estratègiques, paràmetres objectivables de tipus d'activitat, grandària del centre i resultats obtinguts.

Aquest fet fa que, després del segon període d'avaluacions efectuat entre els centres CERCA (període 2016-2019), entre els centres avaluats amb una A (categoria màxima obtinguda per 17 centres dels avaluats) la relació entre pressupost basal que rep el centre i el finançament obtingut pel centre variï entre el 17,4% i el 54,6%. Òbviament aquestes variacions poden estar influïdes per la diferent tipologia d'activitat dels centres, però entre centres del mateix àmbit temàtic podem trobar variacions de 23 punts percentuals que no correlacionen amb variables objectivables com podria ser disposar d'edifici propi o no.

Tot això fa molt necessària una anàlisi acurada del sistema d'assignació de recursos basals als centres CERCA i l'establiment segons disponibilitats pressupostàries, d'un sistema de finançament basal que faciliti

²⁴ Departament de Recerca i Universitats (2022) p. 10.

corregir progressivament aquestes diferències. D'altra banda, cal mantenir una evolució pressupostària per a tots els centres de recerca segons resultats dels processos d'avaluació.

Els pressupostos 2023 aprovats per al Generalitat de Catalunya preveia una partida de 12 M€ destinada a incrementar els fons basals dels centres CERCA. Tot considerant l'increment experimentat en les partides de subministres en energia, hi ha el risc que aquest augment hagi quedat absorbit pels increments de costos energètics.

Quadre 2. Evolució del finançament basal dels centres CERCA

El finançament basal dels centres de recerca representa l'any 2021 una quantitat de 146,17 M€ segons el Departament de Recerca i Universitats que representa el 15,54% de la inversió total en R+D de la Generalitat d'aquell any.

Si la inversió R+D de la Generalitat es col·loca el 2023 en 1.220,48 M€ per anar en la línia dels compromisos de la Llei de la Ciència i considerem que els percentatges de distribució es mantenen, s'hauria d'incrementar el finançament basal fins a 189,73 M€ (increment de 43,56 M€).

Per l'any 2023 l'increment basal de finançament ha estat de 7 M€ per part del Departament de Recerca i Universitats. No hi consten altres increments per part de les altres conselleries implicades en el finançament de la recerca.

Això també ho podem analitzar amb les xifres pressupostàries. L'increment pressupostari de la Generalitat sense NGEU ha estat per al 2023 del 10,7% respecte al pressupost del 2021. Si apliquem aquest percentatge d'increment al finançament basal llavors un 10,7% de 146,17 M€ representen 15,64 M€, dels quals fins al moment hi hauria sols el 44,75% aprovat.

Des del punt de vista de recursos econòmics també és interessant analitzar la capacitat d'atracció de fons competitiu per part dels centres CERCA. Així tenim que el conjunt de centres CERCA han aconseguit en el vigent programa europeu Horitzó Europa, un total de 118 M€ que la situa com la primera institució pública de l'Estat espanyol en captació de fons i la tercera europea darrera de CNRS a França (190 M€) i Fraunhofer a Alemanya (153 M€). En l'anterior programa Horitzó 2020 en el període 2014-2020 els centres CERCA van participar en 1.232 propostes, de les quals van liderar 453 amb un volum total de recursos de 555 M€.

En total, sumant els ajuts a les empreses, associacions, centres de recerca o universitats, Catalunya ha captat 1.762 milions d'euros a l'Horitzó 2020, la xifra més alta al llarg dels programes marc europeus. Catalunya lidera el total del finançament concedit a l'Estat espanyol, amb el 28,8%. Per tant, els centres CERCA representen el 31,5% del total captat. Les empreses han captat 386 M€ del programa Horitzó 2020.²⁵

Si considerem específicament els ajuts del Consell Europeu de Recerca (ERC), entre 2007 i 2022, s'han aconseguit 480 ajuts que representen el 3,3% del total d'ajuts concedits, amb un valor de 725 M€. D'aquesta quantitat d'ajuts, els centres CERCA han aconseguit el 49% del total. Tenim 15 institucions que concentren el 80% de tots els ajuts destinats a Catalunya (amb més de 10 ajuts aconseguits) de les quals 8 són centres CERCA. Catalunya per milió d'habitants es situaria en quarta posició darrera de Suïssa, Israel i Països Baixos.

Es demostra, doncs, l'alta eficiència en captació de recursos, si considerem el volum econòmic que representen els centres CERCA comparat amb el pressupost total que tenen les institucions líders europees (amb 4 i 6 vegades més pressupost que la institució CERCA). Aquesta dada també reflecteix l'escassetat de recursos existents durant els darrers anys en el sistema de recerca de l'Estat espanyol, que ha fet que els esforços de captació s'encaminessin cap a les convocatòries europees.

L'any 2021 s'ha realitzat la convocatòria i avaluació dels ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca a Catalunya (SGR-CAT2021). Per part dels centres CERCA s'han presentat 483 peticions (el 27,56% del total de 1.589 acceptades), de les quals 289 (han estat finançades (36,03% del total de propostes finançades a la convocatòria) i 194 reconegudes sense finançament. Aquestes xifres representen un lleuger

²⁵ Departament d'Empresa i Treball (2023, 8 maig).

increment respecte a la convocatòria de 2017 amb 437 propostes presentades (25% del total), de les quals 245 van ser finançades (36,4% del total de propostes finançades de la convocatòria).

Del total dels centres CERCA, analitzarem aquells subconjunts de centres que han estat més àmpliament estudiats, i per tant, dels que disposem d'un major nombre de dades. D'una banda, els centres i instituts de recerca sanitària formats l'any 2017 per 18 centres CERCA (dos fusionats amb altres centres CERCA en l'actualitat) més el centre IDIAP Jordi Gol d'Atenció Primària (en aquest subconjunt distingirem entre els 11 instituts de recerca sanitària vinculats a hospitals públics i els 8 centres de recerca en biomedicina),²⁶ i, de l'altra, els 7 centres CERCA agrupats al voltant del Barcelona Institut of Science and Technology (BIST).²⁷

A la taula següent s'indiquen alguns paràmetres corresponen a l'àmbit de la biomedicina (dades agregades 2021 comparades amb 2017)²⁸ i als centres BIST (dades 2022 comparades amb 2020):²⁹

Taula 3. Comparativa entre diferents subconjunts de centres de recerca amb participació CERCA. Font: elaboració pròpia a partir de dades AQuAS i BIST

	Centres i instituts de recerca sanitària	Instituts de recerca sanitària vinculats a hospitals	Centres de recerca en biomedicina	BIST
Nombre de centres	18 (17 són CERCA)	12 (11 són CERCA)	6 (tots són CERCA) ³⁰	7 (tots són CERCA)
APORTACIÓ DE LA GENERALITAT				
2021	73,9 M€	32,1 M€	41,8 M€	66,8 M€ (2022)
2017	59,8 M€	21,6 M€	38,2 M€	59,0 M€ (2020)
FONS COMPETITIU				
2021	228,9 M€	119,0 M€	109,9 M€	126,8 M€ (2022)
2017	128,8 M€	78,9 M€	49,8 M€	67,8 M€ (2020)
FONS PER CONTRACTES O MECENATGE				
2021	169,5 M€	141,4 M€	28,1 M€	11,5 M€ (2022)
2017	116,3 M€	90,7 M€	25,6 M€	20,6 M€ (2020)
Fons captats Horitzó Europa (2021-2022)	44,1 M€	12,4 M€	31,7 M€	63,4 M ³¹
Investigadors sèniors o principals (2021)	1.794	ND	295	172

En l'àmbit de salut i biomedicina, el conjunt dels 17 centres és capaç de multiplicar per 6 el finançament aportat per la Generalitat (un 3,5% en finançament competitiu i un 2,5% en finançament per contractes i mecenatge). Els centres englobats dins del BIST multipliquen per 2 el finançament rebut per la Generalitat bàsicament en finançament competitiu. En aquest cas cal destacar la captació de fons europeus que en el període 2014-2020 va representar per Catalunya 1.583 M€ (BIST, el 15,76% amb 260,12 M€) i en el cas de Horitzó Europa en què el sistema CERCA ha aconseguit 118 M€, el BIST representa el 53,73%.

26 AQuAS. Portal de la Central de Resultats de Recerca. <https://tinyurl.com/2wa6z839> [Consulta: setembre 2023]

27 Tres dels centres BIST formen part dels instituts de recerca en salut.

28 AQuAS (2020) i FCRI (2022).

29 BIST (2022).

30 Instituts inclosos: CRG, IBEC, IJC, IRB, IRSICAIXA, ISGLOBAL.

31 53% del total dels centres CERCA.

3.2. Centres CSIC de Catalunya

Els centres del CSIC de Catalunya l'any 2022 inclouen 21 centres (14 propis; 3 mixtos; 4 participats) que, amb un pressupost de funcionament (basal) de 11,841 M€, han captat de fons competitiu 50 M€, dels quals 24,97 M€ són finançament de projectes europeus o internacionals.

3.3. Centres de recerca vinculats a infraestructures científiques singulars

Les Infraestructures Científiques i Tècniques Singulars (ICTS) fan referència a instal·lacions, recursos o serveis necessaris per a desenvolupar investigació d'avantguarda i de màxima qualitat, així com per a la transmissió, l'intercanvi i la preservació del coneixement, la transferència de tecnologia i el foment de la innovació. Són úniques o excepcionals en el seu gènere, amb un cost d'inversió, manteniment i operació molt elevat, i la importància i el caràcter estratègic de les quals justifica la seva disponibilitat per a tot el col·lectiu d'R+D+I. Les ICTS estan distribuïdes per tot el territori de l'Estat espanyol i queden recollides en l'anomenat "Mapa d'Infraestructures Científiques i Tècniques Singulars (ICTS)". En el cas de Catalunya tenim o participa en 13 ICTS (dades 2022) que són: Sincrotró ALBA; RES - MareNostrum i MinoTauro (BSC-CNS); RES - Pirineus (CSUC); RES - PIC (CIEMAT-IFAE); R-LRB - LRB; MICRONANOFABS - SBCNM; MARHIS - iCIEM; OmicsTech - CNAG - CRG; OmicsTech - COS; RLABS - CreSA; NANBIOSIS - CIBER-BBN; ELECMI - UMEAP; FLOTA - CSIC. La primera és una ICTS amb localització única, les tres següents són xarxes d'ICTS i les 9 restants ICTS distribuïdes.

Aquestes infraestructures normalment formen part d'entitats (universitats o centres de recerca ja sigui en forma individual o en consorci) que són les encarregades del seu manteniment i d'oferir la cartera de serveis a la comunitat científica.

A Catalunya tenim 4 nodes de centres de recerca estatals vinculats a ICTS, i que combinen activitat de recerca pròpia amb el manteniment i gestió de la ICTS. Aquests quatre centres són el Sincrotró Alba, del Consorci CELLS; el superordinador MareNostrum del Barcelona Supercomputing Center - Centre Nacional de Supercomputació (BSC-CNS); RES - PIC, vinculat a IFAE i el Centre Nacional d'Anàlisi Genòmica (CNAG) que, administrativament, ha estat vinculat al Centre de Regulació Genòmica (CRG) des de juliol 2015. Pel que fa a les aportacions de la Generalitat de Catalunya a les ICTS, el total d'aquesta aportació és de 28,87 M€ (2,83% del total). Les altres infraestructures de recerca, com poden ser els observatoris astronòmics, entre d'altres, estan classificats dins de "Foment de la recerca i la transferència".

El BSC, amb dades 2021³² presenta un pressupost de 47,3 M€, dels quals 9,2 M€ són aportació basal de les administracions estatal i de la Generalitat; l'aportació en espècie de la UPC representa un 10% del pressupost basal aportat per les administracions. Dels 38,1 M€ competitiu, uns 21,6 M€ són de procedència europea; 9,9M€ provenen de contractes industrials; i aproximadament 6,6 M€ provenen de les convocatòries de les administracions de l'Estat espanyol. Per al 2022 el pressupost es va incrementar fins als 53,2 M€. El Sincrotró ALBA amb dades 2021³³ presenta un pressupost d'ingressos que inclouen 35,3 M€ de transferències corrents, de les quals a la Generalitat li corresponen el 50%. L'any 2022 el seu pressupost és de 40,3 M€ amb uns fons competitiu captats de 1,5 M€. El CNAG va presentar per al 2022 un pressupost de 11,5 M€ amb uns fons competitiu captats de 5 M€.

³² BSC (2022).

³³ CELLS (2022).

3.4. Altres entitats vinculades a la recerca

De nodes de centres de recerca internacionals a Catalunya, en tenim pocs exemples, llevat de la seu recent d'EMBL Barcelona, en fase de consolidació i expansió, i l'oficina d'F4E del projecte ITER.

Entre les acadèmies i entitats de suport podem destacar l'IEC que reporta en la seva darrera memòria anual un volum d'activitats de recerca per valor de 8,4 M€ amb un nombre elevat d'activitats de recerca vinculades al territori propi de la llengua catalana.

Pel seu impacte sobre Barcelona, volem incloure-hi un resum sobre els darrers 15 anys d'activitat de l'Ajuntament de Barcelona en suport de la ciència i de les polítiques científiques. El 2007 es va iniciar el programa "Barcelona ciència" que ha permès invertir 1 M€ anuals en la convocatòria de recerca i innovació i 1 M€ en la convocatòria recerca jove i emergent l'any 2022. En total el pressupost municipal ha anat augmentant des dels 2,1 M€ del 2019 als 3,6 M€ del 2022 que es completa amb les aportacions que fa l'Ajuntament al Museu de Ciències Naturals i les aportacions estatals com a capitalitat científica. En total, això ha significat 16,7 M€ el 2022 amb un increment del 17,6% respecte al 2021.

Finalment, la Fundació "la Caixa" és l'entitat privada amb més impacte en finançament i suport a la recerca a l'Estat espanyol. El pressupost de la Fundació "la Caixa" el 2023 ha estat el més elevat de la història: 538 M€, gairebé un 4,5% més que l'any anterior. D'altra banda, un 21% de la inversió total (112 M€) s'ha destinat a iniciatives de divulgació de la cultura i de la ciència, a través de la xarxa de centres CaixaForum —incloent-hi la nova plataforma audiovisual— de les exposicions itinerants, de la programació de concerts i conferències i de les propostes del Museu de la Ciència CosmoCaixa. La Fundació ha invertit 62 M€, un 11% del pressupost total, a l'àrea de recerca i salut. Entre les partides que s'hi engloben hi ha les convocatòries de suport a projectes de recerca mèdica CaixaImpulse Health i CaixaImpulse Innovació, així com al desenvolupament del futur CaixaResearch Institute. Per acabar, el 8% restant de la inversió de l'entitat (44 M€) es destina a l'àrea d'educació i beques de grau, postgrau, doctorat i postdoctorat, així com el programa EduCaixa.

4. Els professionals i equips de recerca

Pel que fa al personal contractat el 2021 en activitats R+D expressat en Equivalent de Jornada Completa o *Full-Time Equivalent* (FTE), a Catalunya³⁴ el valor total i per gènere, 23.121 són dones (20.977 el 2018) i 32.764 són homes (30.854 el 2018) dels quals com a investigadors/investigadores hi ha 12.190 dones (11.619 el 2018) i 19.389 homes (18.772 el 2018). Si mirem per sectors, el nombre de personal investigador públic és de 18.271 (17.095 el 2018) mentre que el del sector privat és de 13.308,2 (13.296 el 2018). El nombre de personal investigador a EJC respecte a la població activa (3.442.000 el 2021)³⁵ és de (0,91%) tot incrementant una dècima respecte la dada de 2018.

La comparació amb altres sistemes europeus i internacionals d'R+D mostra que Catalunya disposa d'una dotació de recursos humans menor de la que correspondria per dimensió econòmica i demogràfica. Així, Bèlgica, per exemple, té 1,16%; Dinamarca, 1,60%; Holanda, 1,07%; Alemanya, 1,03%; o França 1,04%.³⁶ Com es mostra més endavant aquesta és una estructura relativament envellida en les posicions permanents i amb un excés de temporalitat en les franges d'edat en les quals s'hauria d'haver assolit l'estabilització professional.

Aquesta situació s'explica per diverses causes i dinàmiques, entre les quals destaquen la contenció de la despesa pública de les administracions durant la darrera dècada, que ha limitat la incorporació de nou personal permanent, tot coincidint amb l'inici significatiu de les jubilacions del personal acadèmic.

³⁴ Idescat (2023b).

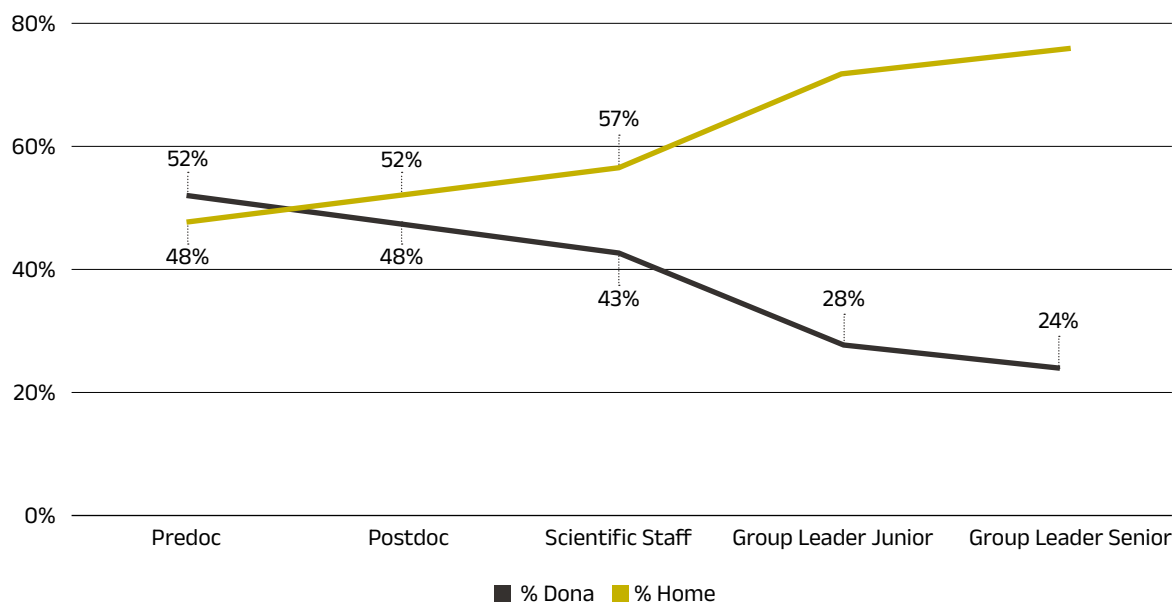
³⁵ Idescat (2022).

³⁶ Eurostat (2023).

4.1. Centres CERCA

Els centres CERCA (41) tenen al voltant de 16.888 persones³⁷ amb un nombre de personal investigador de 9.930 persones. Una anàlisi de detall, amb dades extretes de la base de dades UNEIX (2020), mostren una tendència similar a la resta del sistema de recerca en la repartició home-dona. És a dir, hi ha paritat entre els homes i dones que accedeixen a la carrera científica però justament quan acaben el doctorat comença el desequilibri de gènere en detriment de les dones. Així tenim un 52% de dones investigadores predoc, un 48% investigadores postdoc, un 43% investigadores en nivells R3 (personal científic), un 28% de líders de grups júnior; i un 24% de líders de grups sènior. En aquest sentit la dada més preocupant és aquest valor de 28% de líders de grups júnior que indica una dificultat que es manté en els darrers anys perquè les dones accedeixin a llocs que permetin seguir una carrera de recerca com a cap d'un grup. Aquesta desigualtat en el lideratge s'observa en tots els àmbits de coneixement analitzats (agroalimentació, d'un 33% a un 67%; ciències de la salut, d'un 28% a un 72%; ciències socials i humanitats, d'un 24% a un 76%; i el cas més accentuat en ciències i enginyeries, d'un 17% a un 83%).

Gràfic 5. Tisora de gènere en els centres CERCA (dades 2021)



Les causes són diverses i no tenen a veure només amb la maternitat i la conciliació familiar sinó que és el mateix sistema que no ofereix un entorn adequat o exerceix inconscientment, un biaix a l'hora de fer la selecció de personal.

Les diferències en les proporcions de gènere les trobem també en la proporció de personal coordinador de grups de recerca reconeguts o finançats en la convocatòria 2021 on tenim que hi ha un 40,64% de dones i un 59,34% d'homes. Val a dir que en aquesta convocatòria les diferències s'han reduït respecte a la convocatòria 2017 on teníem un 30% de lideratge de dones i un 70% d'homes.³⁸

Entre el personal investigador captat per ICREA,³⁹ que en l'any 2022 és de 276 investigadors/investigadores, el 24% són dones i el 76% són homes. Des de 2015 s'ha passat d'una proporció del 19% dones a la xifra actual del 24%.

³⁷ CERCA en xifres <https://cerca.cat/centres-cerca#indicadors> [Consulta: setembre 2023]

³⁸ Secretaria d'Universitats i Recerca (2019).

³⁹ ICREA (2023).

Taula 4. Nombre d'investigadors/investigadoress ICREA concedits i incorporats per any a centres CERCA

Any	Dones	Homes
2013	2	15
2014	2	4
2015	3	12
2016	3	5
2017	2	3
2018	5	8
2019	4	8
2020	5	9
2021	3	8

De tot el personal investigador ICREA incorporat al sistema de recerca, 116 (42%) desenvolupen la seva activitat a centres CERCA i 16 a centres CSIC (5,8%). El 40% del personal investigador ICREA és de procedència internacional, on hi ha representades 27 nacionalitats.

Així mateix, entre el personal de direcció científica de les entitats que formen part dels centres CERCA, hi ha actualment cinc dones directores.

En el subconjunt de centres BIST⁴⁰ amb 2.575 persones, el 42% prové de fora de l'Estat espanyol i el 46% són dones. Pel que fa a lideratge de grups, les dones representen el 23% del total dels 158 grups existents. En el cas d'instituts i centres de recerca en l'àmbit de la salut, hi ha 6.500 persones amb un 88% de personal relacionat directament amb la recerca.

El desequilibri en la carrera científica entre homes i dones en l'àmbit de la salut assenyala que un 30% dels caps de grup de recerca són dones. Del conjunt del personal investigador principal, un 44% són dones, mentre que en l'apartat d'investigadors en formació les dones són majoritàries, tot representant aproximadament un 67% del col·lectiu. En aquest àmbit, la "tisorà de gènere" es visualitza de forma molt gràfica amb un predomini del nombre de dones pel que fa al personal de suport. L'evolució temporal entre els anys 2014-2019-2021 mostra una evolució de tancament de la "tisorà", és a dir, d'anar igualant-se els percentatges.

Taula 5. Distribucions per gènere en l'àmbit de la salut per categories professionals

INDICADORS GRUP	2014		2019		2021	
	Dones	Homes	Dones	Homes	Dones	Homes
Suport	74,27%	25,73%	70,92%	29,08%	73%	27%
Inv. Formació	71,69%	28,31%	67,02%	32,98%	65%	35%
Inv. Doctors/ores	52,25%	47,75%	51,62%	48,38%	56%	44%
Inv. Principals	38,90%	38,90%	44,38%	55,62%	49%	51%
Caps de grup	14,81%	14,81%	30,19%	69,81%	35%	65%

40 BIST. Facts and figures: <https://bist.eu/about-us/facts-and-figures/> [Consulta: setembre 2023]

4.2. Centres CSIC de Catalunya

En el cas del CSIC de Catalunya les dades de personal global (2019) són de 1.636 persones, nombre que s'ha incrementat l'any 2020 fins a 1.799. D'aquestes persones, el 56,12% són homes i el 43,88% són dones. Dins el personal científic hi ha 655 persones (36,41% del personal total), de les quals 235 (35,88%) són dones i 420 (64,12%) són homes. No hi consten dades agregades per categories distribuïdes per gènere.

4.3. Centres de recerca vinculats a infraestructures singulars

El Barcelona Supercomputing Center (BSC), segons dades del 2021, presentava una plantilla de 1.005 persones de les quals 828 eren personal científic (205 dones i 623 homes). Per la seva banda, el Síncrotró ALBA, durant el mateix període, presentava una plantilla de 211 persones (23% de fora de l'Estat espanyol), de les quals 28% eren dones i el 72% eren homes. L'any 2022 presentava una plantilla de 233 persones (38% personal científic, 51% personal tècnic, 11% personal d'administració i serveis) amb una repartició del 75,54% homes i 24,46% dones. En el cas del CNAG l'any 2022 presentava una plantilla de 109 persones: 49,50% homes, i 50,50% dones. La distribució de categories era de 19% de personal científic, 63% de personal tècnic; 12% de personal en pràctiques i 6% de personal d'administració i serveis.

5. Resultats de la recerca: evolució de la producció científica a Catalunya⁴¹

El nombre total de les publicacions científiques indexades a Scopus l'any 2022 a l'Estat espanyol és de 111.000 un 2,50% menys que el 2021 de les quals 27.000 es van realitzar a Catalunya un 3% menys que el 2021. Aquestes publicacions tenen, en el cas de Catalunya, un impacte normalitzat d'1,61 que està per sobre del de l'Estat espanyol que és d'1,45. El percentatge de publicacions en excel·lència en el 10%⁴² és del 18,6% en el cas de Catalunya (16,6% mitjana estatal) i el percentatge en excel·lència en l'1%⁴³ és del 2,2% a Catalunya (1,4% mitjana estatal). Si s'observa l'evolució temporal a Catalunya en els darrers 3 anys el percentatge d'excel·lència ha baixat del 2,7% el 2020 al 2,5% el 2021 fins a l'actual 2,2%. Això indicaria una certa dificultat per mantenir les posicions d'excel·lència. En la col·laboració internacional en les publicacions Catalunya mostra un 57,9% (mitjana estatal 50,1%).

En la taula 6 es pot veure en quin àmbits temàtics de Scopus destaca més Catalunya.

Taula 6. Producció científica per àmbits temàtics publicada en índex normalitzats per sobre la mitjana el 2021 (Scopus)

DISCIPLINA	Productivitat (2022) nre. articles	Impacte Normalitzat Catalunya (1,23 valor mediana)	Impacte normalitzat Madrid (1,26 valor mediana)	Impacte normalitzat Espanya (1,21 valor mediana)
Medicina	9.889	2,17	1,90	1,62
Neurociències	1.077	1,91	1,60	1,56
Immuno i microbiologia	980	1,85	1,43	1,42
Física i astronomia	2.561	1,71	1,58	1,35

41 FECYT. Plataforma d'indicadors: <https://indicadores.fecyt.es/> [Consulta: setembre 2023].

42 Publicacions científiques situades dins del 10% de publicacions més citades.

43 Publicacions científiques situades dins de l'1% de publicacions més citades.

DISCIPLINA	Productivitat (2022) nre. articles	Impacte Normalitzat Catalunya (1,23 valor mediana)	Impacte normalitzat Madrid (1,26 valor mediana)	Impacte normalitzat Espanya (1,21 valor mediana)
Prof. de la salut	408	1,69	1,48	1,40
Bioquímica, genètica i biologia Molecular	3.852	1,64	1,39	1,33
Multidisciplinar	948	1,59	1,58	1,45
Ciències planetàries i espacials	1.464	1,54	1,50	1,37
Agricultura i ciències biològiques	2.063	1,44	1,30	1,28
Ciències medioambientals	2.277	1,39	1,24	1,20
Farmacologia, toxicologia i farmacèutica	702	1,34	1,30	1,21
Odontologia	141	1,33	2,17	1,80
Economia, econometria i finances	453	1,23	1,14	1,21
Veterinària	208	1,23	1,45	1,35

A la taula 7 es pot veure la producció científica catalana segons àmbits temàtics de WoS per a l'any 2021.

Taula 7. Producció científica per àmbits temàtics publicada en índex normalitzats per sobre la mitjana el 2021 (WoS)

DISCIPLINA	Producció científica (2021)	Impacte normalitzat (mediana 1,2)
Ciències de l'Espai	476	2,5
Medicina	6.105	2,4
Neurociència i conducta	1.164	1,9
Física	1.025	1,8
Immunologia	682	1,5
Multidisciplinar	28	1,5
Ciències plantes i animals	1.097	1,4
Biologia mol. i genètica	628	1,4
Geociències	839	1,3
Psicologia	808	1,3
Ciències medioambientals	1.742	1,2

Per producció de documents dins WoS, Catalunya i Madrid van estar quasi empatades en el període del 2013 al 2017. A partir del 2018 Madrid ha incrementat la seva producció per sobre de Catalunya (unes 3.000 publicacions més cada any). En el cas de Scopus, la comunitat de Madrid publica més que Catalunya i la diferència s'ha incrementat en els darrers anys: 42.000 a 27.000 el 2022 (unes 15.000 publicacions). És a dir, unes 10.000 publicacions de diferència el 2014, amb 31.000 de Madrid per 21.000 de Catalunya.

5.1. Centres CERCA

Si considerem els resultats obtinguts pels centres CERCA observem una notable resiliència davant la situació de crisi de la ciència i la tecnologia,⁴⁴ gràcies al notable èxit en la captació de recursos competitiu, una major flexibilitat per gestionar la recerca malgrat la creixent burocratització, una major capacitat d'interdisciplinarietat i una major facilitat per incorporar nou talent investigador. Els diferents àmbits de la ciència requereixen diferents tipus d'organització, i no és el mateix les ciències socials que les ciències de la vida. Però sembla força demostrat empíricament, i corroborat a nivell internacional, que l'organització de la recerca per instituts (independentment que tinguin personalitat jurídica o no) és la més idònia per a moltes branques de la ciència experimental a l'hora de gestionar els espais destinats a recerca o la incorporació d'investigadors. També els estàndards internacionals mostren que l'organització per gestionar activitats docents i de recerca, no pot ser en molts casos la mateixa, i que l'estratègia de l'activitat de recerca no es pot basar únicament en el sumatori de l'aportació aïllada de grups de recerca de mida molt petita o d'investigadors individuals.

Taula 8: Indicadors bibliomètrics dels centres CERCA per als períodes 2017-2020 i 2019-2022. Font: Institució CERCA

INDICADOR	2017-2020	2019-2022
1. Publicacions totals	57.980	60.329
2. % articles liderats	46,3	48,3
3. % articles amb dones autores	39,7	42,8
4. % articles liderats per dones	19,7	24,6
5. Citacions totals	658.443	654.193
6. Mitjana de cites per article	16	15
7. Impacte normalitzat	3,837	3,742
8. Articles altament citats (10%)	16.909	17.704
9. % articles amb col·laboració internacional	63,4	63,9
10 % articles amb col·laboració internacional liderats per CERCA	nd	23,3
11. % articles amb col·laboració internacional liderats per dones CERCA	nd	10,5
12. % docs Open Access	nd	55,2
13. % docs col·l. publicoprivada	nd	17,9
14. % docs col·l. publicoprivada amb lideratge CERCA	nd	5,4

El 55% dels articles produïts pels centres CERCA estan disponibles a Internet en accés obert. S'entén com accés obert la disponibilitat gratuïta a la xarxa dels resultats de la recerca, permetent-ne a qualsevol usuari la lectura, la descàrrega, la còpia, la distribució, la impressió, la cerca o l'ús per a qualsevol propòsit legal, sense cap mena de barrera econòmica, legal o tècnica (Budapest Open Access Initiative, 2002). Aquest és un objectiu que està recollit en el Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement i posteriorment desenvolupat en la Llei de la ciència, que com ja hem vist, estableix que s'aprovi una estratègia catalana de ciència oberta que abasti l'accés obert a les publicacions científiques, la publicació de dades científiques de manera FAIR i la creació de noves infraestructures per tal d'integrar els recursos del sistema de recerca de Catalunya en l'ecosistema europeu del Núvol Europeu de Ciència Oberta (EOSC). D'altra banda, el lideratge femení en les publicacions ha augmentat significativament en el període 2019-2022 respecte a l'anterior amb quasi 5 punts percentuals així com també l'autoria femenina, que es situa en el 48,3% de totes les publicacions.

⁴⁴ FCRI (2022).

5.2. Centres BIST

Pel que fa als centres BIST, el nombre total de publicacions produïdes el 2022 ha estat de 1.314, de les quals el 51% han estat liderades pel personal investigador dels centres que en formen part, sent el 87% d'aquestes d'accés obert. D'altra banda, s'han localitzat un total de 8.917 publicacions del BIST indexades a la base de dades WoS en el període 2016-2021, que representen l'1,69% de la producció científica espanyola i el 6,12% de la producció científica catalana.

En relació a la col·laboració internacional, es publiquen 6.382 documents (el 71,57% del total) conjuntament amb entitats de recerca d'altres països. Pel que fa a l'ordre de les signatures, els investigadors i investigadores del BIST ocupen llocs destacats (primer autor/a, últim autor/a i/o autor/a corresponent) en 4.741 dels 8.917 documents (53,17% de les publicacions). A la base de dades WoS, les publicacions del BIST han acumulat 251.422 citacions en set anys, amb una mitjana de 28,19 citacions per publicació. A més, val la pena assenyalar que, en la majoria dels camps científics, el BIST és el doble o el triple de la mitjana mundial en impacte normalitzat. Del total d'articles analitzats en el període, 284 articles (3,53% del total) es troben en l'1% més citat de la seva categoria i any de publicació. En el *benchmarking* internacional, el BIST ocupa el segon lloc en ambdós indicadors d'excel·lència (1% més citat i citacions per article), només per darrere de Caltech als EUA.

5.3. Centres i instituts de recerca sanitària

Segons AQUAS, les dades de l'any 2019 indiquen una producció de 7.072 publicacions citables (articles, revisions i *proceedings*), que significa un decreixement del 14,7% respecte l'any 2016 (8.293 publicacions). El 2020 el nombre de publicacions va ser de 9.511, la qual cosa representa un increment del 34% respecte al 2019 i del 14,6% respecte al 2016. El 2021 el nombre de publicacions ha estat de 12.215. Segurament aquestes pujades el 2020 i el 2021 estan vinculades a la pandèmia de COVID-19.

El nombre de publicacions amb col·laboració internacional el 2019 és del 58,3% superior al 54,7% l'any 2017. L'any 2021 tenim un 57% de documents amb col·laboració internacional, un 43% publicades a revistes d'accés obert i 72% de les publicacions dipositades a repositoris. En l'apartat dels articles més citats (1%)⁴⁵ representen el 6,49% de totes les publicacions l'any 2017. Si analitzem el nombre d'articles molt altament citats⁴⁶ tenim un valor de 20 articles, que representa un 0,21%. Aquest és un índex força fluctuant ja que el 2016 va ser del 0,83%.

5.4. Centres CSIC de Catalunya

La producció científica dels centres CSIC de Catalunya és de 2.355 articles indexats l'any 2019 sobre un nombre de 13.451 a tot l'Estat espanyol, la qual cosa representa el 17,5% de tota la producció total del CSIC.⁴⁷ L'any 2022 la producció científica dels centres CSIC a Catalunya va ser de 4.563 articles.

5.5. Centres de recerca vinculats a infraestructures singulars

Tenim com a producció científica 2022 entre CNAG, ALBA i BSC un total de 623 articles dels quals 340 en el primer quartil. Com a particularitat s'han llegit 26 tesis doctorals.

⁴⁵ Els articles més citats (*Highly Cited Papers*) són aquells que es troben entre l'1% més citats del món.

⁴⁶ Els documents més citats (*OP, outstanding papers*) corresponen al 0,1% més citats del món.

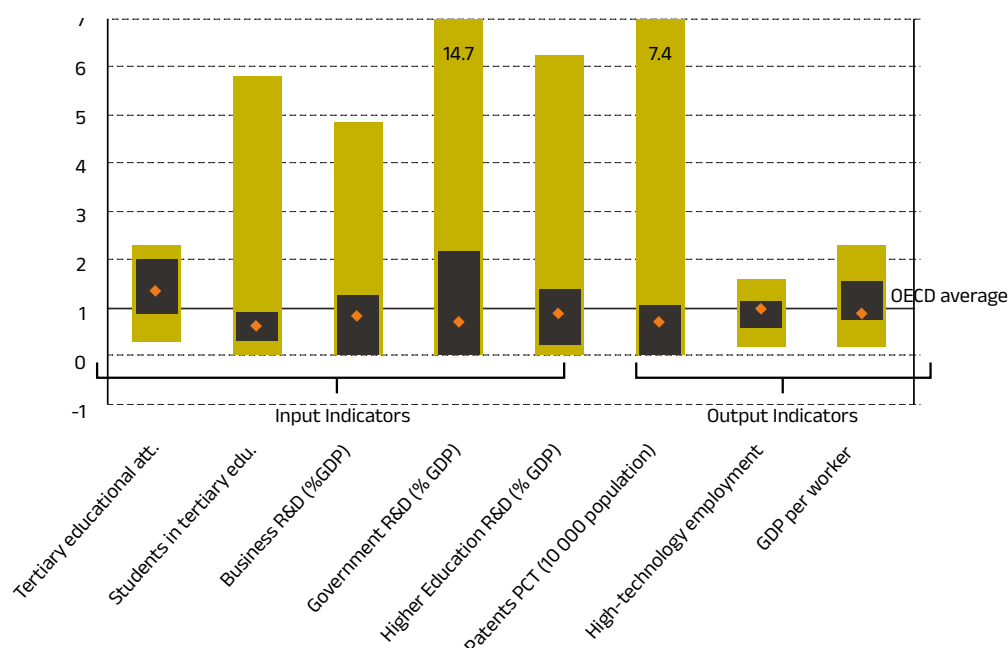
⁴⁷ CSIC (2020).

6. Transferència, innovació i impacte del sistema de centres de recerca

6.1. Regional Innovation Scoreboard (RIS)

El *Regional Innovation Scoreboard* (RIS) és un informe elaborat per la Comissió Europea cada dos anys que avalua comparativament el rendiment de la innovació a nivell regional (vegeu l'apartat 7 del capítol 3 d'aquest informe). En la darrera edició,⁴⁸ Catalunya ha assolit la categoria de regió innovadora forta, però si mirem l'evolució de certs indicadors que s'utilitzen i que estan més vinculats amb la recerca, veurem que la situació no ha evolucionat massa positivament en els darrers anys. Així en l'informe elaborat el 2010 per l'OCDE amb dades del 2005, es mostrava el següent gràfic:⁴⁹

Gràfic 6. Indicadors d'innovació de Catalunya l'any 2005 respecte als valors d'Espanya i Europa. Font: OECD

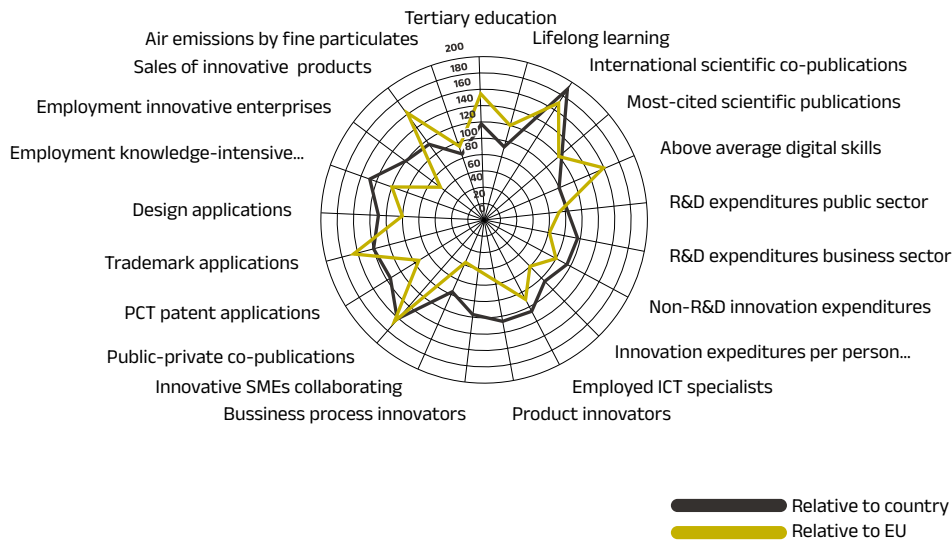


En el RIS 2023, Catalunya continua per sota de la mitjana Europea en despesa en R+D del sector públic (0,91); en despesa en R+D del sector empresarial (0,82), amb un fort retrocés respecte al percentatge de 2005; i en PCT (0,90). Catalunya està per sobre de la mitjana europea en l'àmbit de l'educació terciària i en els indicadors de publicacions científiques. Per tant, podem dir que estem en una situació encara fràgil pel que fa la innovació vinculada més directament amb l'R+D. També estem per sota la mitjana europea pel que fa a ocupació d'empreses innovadores, productes innovadors i pimes innovadores col·laboradores.

48 Comissió Europea (2023).

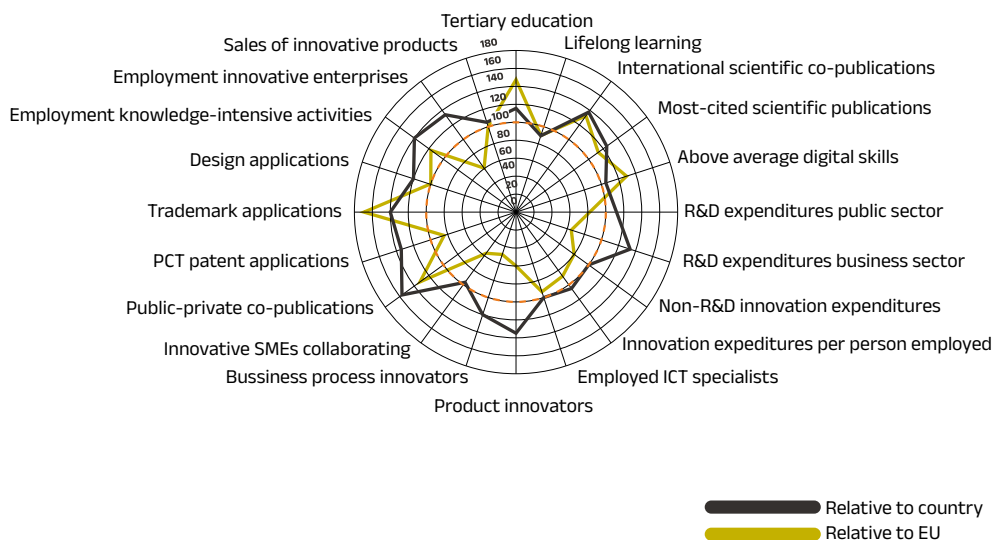
49 OECD (2010).

Gràfic 7. Indicadors d'innovació de Catalunya corresponents a l'informe de 2023 relatiu a Espanya i Europa. Font: Comissió Europea



Si comparem amb el gràfic del mateix informe⁵⁰ publicat el 2021 on Catalunya estava classificada com a regió innovadora moderada veiem que hi ha hagut millora en alguns dels indicadors indicats, però segurament cal perseverar per arribar com a mínim a la mitjana europea, sobretot en els paràmetres més vinculats a la recerca.

Gràfic 8. Indicadors d'innovació de Catalunya corresponents a l'informe de 2021 relatiu a Espanya i Europa



50 Comissió Europea (2021) i Departament d'Economia i Hisenda (2021, 21 de juliol).

6.2. Sol·licituds i concessió de patents^{51 52 53}

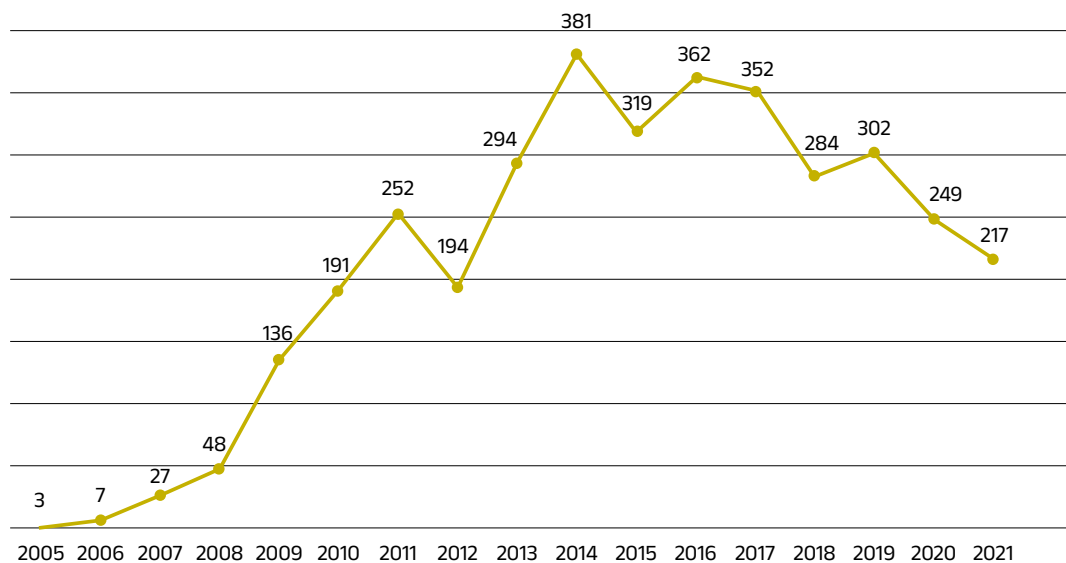
A Espanya es van sol·licitar 1.925 patents el 2022 a l'Oficina Europea de Patents (OEP), un 1% menys que el 2021. El principal sol·licitant ha estat una institució pública, el CSIC, amb 90 sol·licituds, de les quals 19 són dels centres del CSIC a Catalunya. A Catalunya es van sol·licitar un total de 604 patents, entre empreses, laboratoris i universitats, un resultat amb què se situa un altre any com la comunitat autònoma amb millor posicionament, seguida per Madrid, de tal manera que una de cada tres patents sol·licitades és catalana. Tot i així, el creixement de les sol·licituds ha caigut un 7% respecte a l'any anterior. A nivell de patents estatals, Catalunya va sol·licitar 171 patents, 8.531 marques i 2.489 dissenys industrials durant l'any 2021.

Els centres CERCA des de la seva creació han tingut com un dels seus objectius que la generació de coneixement es pugui transferir a la societat i generar valor econòmic, ja sigui mitjançant la generació de patents per valoritzar-les, com mitjançant la creació de spin-off sorgides de la recerca desenvolupada. Així mateix, la col·laboració publicoprivada ha estat un altre dels eixos de l'activitat dels centres CERCA. En aquest sentit no podem considerar els centres CERCA només com un agent de generació de coneixement, sinó també de transferència i innovació. La seva activitat i funció ha cobert de forma molt eficient tant la vessant de recerca orientada, com la de generació tecnològica sobretot en les noves tecnologies i en les denominades *Key Enabling Technologies* (KETs), subconjunt aquest darrer, de tecnologies d'elevat potencial transformador de les economies modernes.⁵⁴

En el cas dels centres CERCA la producció de patents es troba analitzada a FCRI (2019),⁵⁵ on s'estudien les patents produïdes entre 2007 i 2016 pel sistema universitari i pels centres CERCA. Aquest informe mostra que Catalunya va acumular al llarg del període d'estudi un total de 6.289 patents. Pel que fa a les patents universitàries a Catalunya es van detectar 760 patents que corresponien al 12,1%, valor inferior a la mitjana de l'Estat espanyol que era del 15,4%.

Pel que fa a les sol·licituds de patents dels centres CERCA s'observa una disminució continuada des del màxim que es va assolir el 2014.

Gràfic 9. Evolució del nombre de sol·licituds de patents als centres CERCA



51 CSIC (2023, 28 de març).

52 SINC (2023, 29 de març).

53 OEPM (2022).

54 Key enabling technologies policy: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/key-enabling-technologies_en

55 FCRI (2019).

En aquests moments els centres CERCA acumulen 878 famílies de patents amb un total de 3.239 patents individuals (dades 2021) i un total de 1.410 patents llicenciades.⁵⁶ Així mateix els centres CERCA han generat o participen en 148 spin-offs diferents (hi ha spin-offs amb participació de més d'un centre CERCA). El ritme de creació s'ha accentuat en el darrer període 2019-2021 respecte a l'anterior.

Taula 9. Nombre de spin-offs creades amb la participació de centres CERCA agrupat per triennis

Trienni	Nombre spin-offs amb participació CERCA
2010-2012	23
2013-2015	43
2016-2018	29
2019-2021	42

En el cas del subconjunt BIST el nombre de famílies de patents el mes de desembre de 2022 era de 264 amb un total de 32 sol·licituds de prioritats de patent en aquest mateix any. El nombre de spin-off creades en total pels centres BIST era de 49 de les que 40 eren actives el desembre de 2022. Durant aquest darrer any es van crear 3 de noves.

En el cas dels centres CSIC, les dades acumulades en el període 2017-2019 indiquen 53 patents de prioritats sol·licitades amb 18 llicències de patents i materials biològics, la participació en la creació de 9 empreses spin-off i una nivell de contractació privada que en l'acumulat dels tres anys és de 11,6 M€ (7,25% dels fons totals obtinguts).

En el cas del sector salut tenen molta importància els assaigs clínics. Catalunya ha esdevingut una destinació prioritària al món i a Europa per desenvolupar assaigs clínics. Amb 1.242 assaigs clínics en actiu, ocupa la posició 9 al món i la 6 a Europa, amb gairebé el 50% d'assaigs dedicats a l'àrea de l'oncologia, seguit de malalties cardiovasculars, oftalmologia, sistema nerviós central i salut mental. L'any 2021, els centres de l'àmbit de la salut han generat 14 noves empreses.

Gràfic 10. Nombre d'assaigs clínics actius l'any 2022. Font: Biocat



56 CERCA en xifres <https://cerca.cat/centres-cerca#indicadors>

En els cas dels centres vinculats a infraestructures singulars hem de considerar el nombre d'usuaris internacionals com un paràmetre del seu impacte. L'any 2022 entre els tres centres hi ha un total de 980 usuaris internacionals vinculats a 205 projectes internacionals. La col·laboració amb empreses és un altre element a considerar amb 36 empreses usuàries i 138 projectes amb empreses.

Diverses iniciatives per part del Departament de Recerca i Universitats impulsen la valorització i transferència de coneixement dels agents del sistema català de recerca i innovació. Així tenim les convocatòries Llabor, Producte i Innovadors o la convocatòria Investigo. Recentment s'han concedit ajuts Innovadors a 19 projectes de transferència (8 a centres de recerca) amb un import total de 1.596 milers d'euros i també els premis a la Transferència de Coneixement Joan Roget creats l'any 2022 pel Departament de Recerca i Universitats i gestionats per l'FCRI.⁵⁷

6.3. Impacte de la recerca⁵⁸

CERCA té el compromís de definir una estratègia global d'impacte en recerca (RIA) per a tot el sistema CERCA⁵⁹ així com implementar el desenvolupament d'estratègies d'impacte basades en la missió de cada centre.

L'any 2019, coordinat per la Institució CERCA, va tenir lloc el primer programa pilot per iniciar el sistema de centres en les narratives d'impacte com a forma de retre comptes a la societat. Els reptes passaven per cobrir la necessitat creixent de legitimar la ciència i el seu valor social i, alhora, justificar la inversió en ciència.

El programa compta amb un consell assessor (CERCA Research Impact Assessment Advisory Board - RIAAB) presidit pel Dr. David Phipps de la Universitat de York (Toronto, Canadà). El RIAAB té com a objectiu principal contribuir a una estratègia d'impacte en la recerca d'èxit mitjançant l'anàlisi i el seguiment de l'organització dels processos d'impacte a nivell de centre i en el sistema CERCA.

El RIAAB reporta la seva activitat a la direcció de la Institució CERCA i al seu patronat. Connectat amb els esforços de RIA a nivell internacional, el RIAAB oferirà un lideratge pensat per assessorar la Institució CERCA a desenvolupar propostes relacionades amb la creació de capacitats d'impacte i accions de formació, l'estratègia d'impacte de la recerca per al sistema CERCA i exercicis periòdics de RIA. Durant el proper any 2024 es farà una avaluació d'impacte de la recerca dels centres CERCA.

6.4. Estratègia de gestió de dades⁶⁰

En el marc del programa Horitzó 2020 (2014-2020) la Comissió Europea va iniciar un pilot sobre dades de recerca anomenat ORD Pilot que l'any 2017 es va estendre a tots els projectes. Continuant amb aquesta estratègia, i atès que en el programa marc Horitzó Europa és obligatòria la publicació de les dades de forma oberta juntament amb un pla de gestió de dades, la Institució CERCA va iniciar el març de 2018 la col·laboració amb altres actors del sistema de recerca català amb l'objectiu de facilitar als centres aquesta activitat.

La implementació de l'estratègia ha format les persones dels centres CERCA en aquesta matèria, ha contribuït a posar a l'abast un repositori de dades (LLOTJA/CORA), ha elaborat una guia per al personal investigador de gestió de dades de recerca, i continuarà amb la formació dels aproximadament 2.000 doctorands i doctorandes dels centres CERCA perquè siguin competents a l'hora de gestionar dades de recerca gràcies a una guia de gestió de dades a centres d'R+D.

Sobre l'estratègia de gestió de dades, vegeu el capítol 5.

⁵⁷ Departament de Recerca i Universitats (2022, 13 de desembre).

⁵⁸ Sobre l'impacte de la recerca, vegeu el capítol 4

⁵⁹ CERCA. Impacte de la recerca: <https://cerca.cat/iniciatives-cerca/narratives-grup-ria/>

⁶⁰ CERCA. Estratègia de gestió de dades: <https://cerca.cat/iniciatives-cerca/estrategia-de-gestio-de-dades/>

6.5. Recerca sostenible⁶¹

Les institucions científiques, entre les quals s'inclouen els centres de recerca, han de liderar el camí i donar exemple de la nostra responsabilitat col·lectiva de reduir l'impacte ambiental de la recerca. D'entre les moltes actuacions que realitzen els centres a títol individual destaquem aquí diverses accions realitzades des del BIST com a agrupació de centres, per a contribuir a una investigació més sostenible augmentant la conscienciació sobre els impactes potencialment negatius del treball realitzat per la comunitat d'investigadors/investigadores i professionals de la ciència, i promoure bones pràctiques per reduir-los (p. e. s'està treballant en un manual de recerca sostenible) i amb l'establiment de mesures i protocols a tots els centres BIST per minimitzar l'impacte ambiental de les activitats (p. e. prioritzar la sostenibilitat i la reducció de l'impacte ambiental a l'hora de prendre decisions sobre la gestió d'espais propis o la construcció de noves instal·lacions d'investigació).

Com a accions destacable, esmentar la campanya de conscienciació Green Lab = Cleaner World (octubre 2021) per animar la comunitat BIST a prendre accions individuals i col·lectives per estalviar energia, reduir i gestionar correctament els residus i disminuir la petjada de carboni, treballant en definitiva per un món més net i sostenible, i el procés de certificació que atorga l'organització My Green Lab, d'un institut de recerca de l'agrupació BIST⁶² com a "laboratori verd", una certificació que és un estàndard internacional de bones pràctiques de sostenibilitat al laboratori que avalua temes relacionats amb l'energia, l'aigua, els residus, la química i els materials.

7. Ciència oberta i ciència ciutadana

7.1. Ciència oberta

Hi ha múltiples definicions de ciència oberta. Segons, Michael Nielsen (2011), "la ciència oberta és la idea que el coneixement científic de tot tipus s'ha de compartir obertament tan aviat com sigui pràctic en el procés de descobriment". Per a l'OCDE (2015) "la ciència oberta es refereix habitualment als esforços per fer que la producció de la investigació finançada amb fons públics sigui més àmpliament accessible en format digital per a la comunitat científica, el sector empresarial o la societat en general... per promoure la investigació a llarg termini així com la innovació". El principi general de la ciència oberta és compartir el coneixement científic i el progrés amb múltiples actors, tot preservant la integritat, la qualitat, la propietat intel·lectual i els principis ètics.

El concepte "ciència oberta", ja esmentat en apartats anteriors, és un terme paraigua que engloba quatre punts clau: 1) accés obert a publicacions; 2) FAIR i Open Research Data (dades obertes de recerca) i altres resultats (programari, eines, mètodes); 3) Reproductibilitat i integritat de la recerca. 4) Compromís públic i ciència ciutadana.

La ciència oberta requereix un canvi sistèmic durant tot el procés de recerca, des de l'establiment de prioritats, la generació d'hipòtesis, la recollida i anàlisi de dades, fins a la publicació i l'avaluació. La seva implantació passa per revisar els processos d'avaluació actuals, l'aplicació de noves formacions, el desenvolupament de noves competències, la garantia de recursos i infraestructures i l'execució de de noves polítiques.

⁶¹ IBEC (2023, 4 de maig).

⁶² IBEC (2023, 4 de maig).

En els darrers anys s'observa una gran implicació de les institucions tant a nivell europeu com estatal per a establir polítiques de ciència oberta. A Catalunya, com ja s'ha comentat, la Llei de la Ciència preveu el desplegament d'una estratègia catalana en aquest àmbit. Per tant, actualment la majoria de centres disposen d'actuacions en aquest sentit.

Com a mostra, destaquem aquí el posicionament adoptat en ciència oberta pel conjunt de centres que formen part de SOMMa⁶³ (Aliança de centres d'excel·lència Severo Ochoa i unitats Maria de Maeztu), amb 37 instituts, dels que 15 són CERCA i Unitats Maria de Maeztu, amb 28 distincions, que consideren que la ciència oberta és necessària per accelerar el descobriment científic i ampliar l'impacte social, tot comproment-se a compartir els seus processos i resultats científics amb altres investigadors, actors i ciutadans i a contribuir a desenvolupar dipòsits de dades i infraestructura, polítiques, formació i noves habilitats, tots orientats a la participació pública.⁶⁴ En aquest sentit els centres que en formen part han aprovat una sèrie d'accions estratègiques en els quatre punts clau de la ciència oberta comentats més amunt.

7.2. Ciència ciutadana

La ciència ciutadana és la recerca científica que compta amb la implicació activa del públic no especialitzat. Qualsevol persona disposa de coneixements, eines i recursos que poden contribuir a l'avenç de la ciència i, per tant, pot contribuir-hi des de diversos àmbits a llarg de tot el seu procés, des de la formulació d'hipòtesis a l'anàlisi de dades i obtenció de resultats.

Actualment existeixen múltiples activitats generades des de centres i altres entitats vinculats amb la recerca, per a donar a conèixer i implicar a la ciutadania en la recerca científica.

Una de les actuacions més consolidades en aquest àmbit és la Setmana de la Ciència (SC),⁶⁵ una iniciativa coordinada per l'FCRI que ofereix 400 activitats de divulgació de la ciència a més de 80 localitats d'arreu de Catalunya amb el suport de més de 130 institucions i entitats en l'àmbit de la recerca i de la divulgació de la ciència i la tecnologia i que el 2023 ha celebrat la seva 28 edició arribant a més de 70.000 participants.

En l'edició 2023, la Setmana de la Ciència ha incorporat en la seva oferta d'activitats LightNET, un experiment de ciència ciutadana organitzat per l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2) on 6.000 alumnes i 200 docents, de 5è i 6è de primària i 1r i 2n d'ESO de tot Catalunya, van participar a la iniciativa, adreçada a conscienciar el jove sobre les implicacions del CO₂ atmosfèric per al futur del planeta.⁶⁶

Una altra actuació de ciència ciutadana destacada és el programa d'activitats de l'Ajuntament de Barcelona a través de "Barcelona Ciència i Universitats"⁶⁷ en què es dona suport a un conjunt d'iniciatives de recerca on les persones no especialitzades són crucials a l'hora d'aportar un coneixement que reverteix en resultats que afavoreixen la societat. Una d'aquestes activitats, la Biennal Ciutat i Ciència,⁶⁸ que es celebra a Barcelona des de 2019, i ofereix a la ciutadania, durant una setmana, més de 70 propostes per reflexionar el coneixement i el seu impacte des de totes les seves dimensions i debatre els grans reptes que com a societat ens cal abordar i en els quals la ciència guanya especial rellevància. La Biennal centralitza diferents temes d'actualitat buscant una reflexió col·lectiva sobre els camins que cal que prengui la recerca científica.

63 SOMMA. Open Science: <https://somma.es/about/open-science/>

64 SOMMa (2023, 17 de maig).

65 Setmana de la Ciència: <https://setmanaciencia.fundaciorecerca.cat/>

66 <https://www.fundaciorecerca.cat/es/sala-de-premsa-es/alumnes-de-lins-torrent-de-les-bruixes-fan-servir-en-directe-un-nou-material-experimental-capac-dabsorbir-el-co2-atmosferic/>

67 Ajuntament de Barcelona. La ciència i la ciutadania: <https://www.barcelona.cat/barcelonaciencia/ca/ciencia-la-ciutat/la-ciencia-i-la-ciutadania>

68 Biennal Ciutat i Ciència: <https://www.biennalciutaticiencia.barcelona/ca>

8. Excel·lència i internacionalització

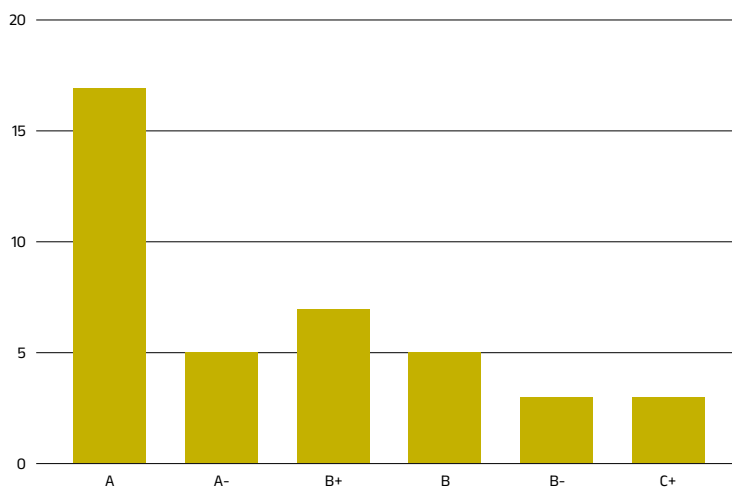
En el tema d'excel·lència podem considerar els centres CERCA i el programa ICREA a nivell català; el programa Severo Ochoa-María de Maeztu i l'acreditació de l'Institut de Salut Carles III (ISCIII) a nivell estatal i el programa Horitzó Europa i els ajuts de l'ERC a nivell europeu.

8.1. Catalunya: centres CERCA i ICREA

A nivell català, els centres CERCA que, per a ser considerats com a tals han de complir una sèrie de condicions que garanteixen la qualitat de la seva actuació i l'excel·lència dels resultats científics, han iniciat en els darrers anys un procés d'avaluació de l'activitat dels centres que implica encara un millor funcionament i un major reconeixement internacional gràcies als avaluadors d'arreu que accedeixen participar en els panells. El primer procés d'avaluació es va realitzar entre febrer 2012 i desembre de 2013 en què es van fer més de 500 recomanacions qualitatives. El 2019 es va tancar la segona avaluació (2016-2019), en què es va valorar també el grau d'aplicació de les recomanacions. En aquests moments està en marxa la tercera avaluació (2021-2023).

Tal com mostra el gràfic, els resultats de l'avaluació 2016-2019 han implicat que 17 centres dels 39 centres CERCA hagin obtingut una A:

Gràfic 11. Qualificacions de l'avaluació dels centres CERCA en el període 2016-2019. Font: Institució CERCA



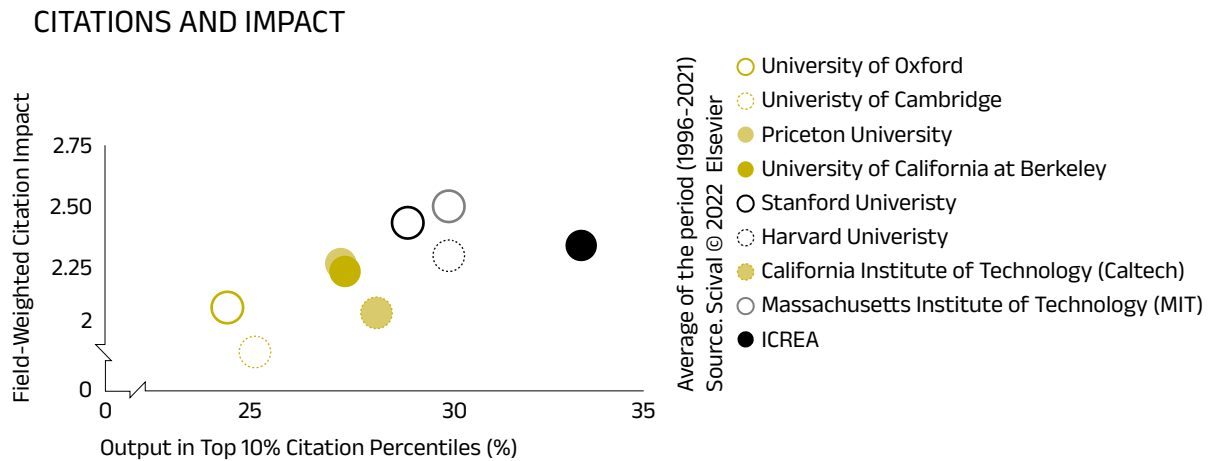
En aquest tercer període s'han avaluat entre 2021 i 2022 a 19 centres dels 41 centres CERCA, que han portat a una distribució de qualificacions de 8A, 2A-, 5B+, 1B, 2B- i 1 C+, per la qual cosa la distribució de l'avaluació sembla seguir una tendència similar.

D'altra banda, el programa ICREA, que té com objectiu atraure i retenir personal científic destacat pel món i contribuir a augmentar l'impacte i la visibilitat global de les universitats i centres de recerca catalans, ofereix als seus 270 investigadors i investigadores unes condicions de treball competitives i poden desenvolupar la seva feina a les institucions d'acollida que s'adaptin millor als seus projectes. Un comitè de promoció extern i independent avalua regularment el rendiment de cada investigador/a al llarg de la seva carrera. El ple respecte per la llibertat d'investigació significa que els científics i científiques poden generar noves idees i enfocaments que tinguin el potencial de transformar la societat i ajudar a construir un futur més igualitari i sostenible.⁶⁹

69 ICREA (2022).

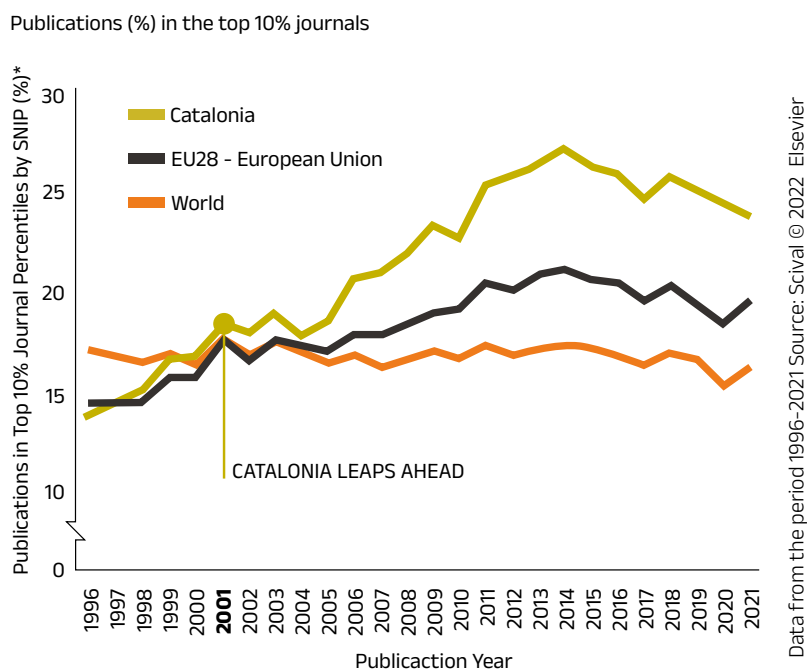
En el gràfic següent elaborat per ICREA es pot veure com l'atracció i retenció de talent per part d'ICREA ha estat molt rellevant per a l'excel·lència del sistema de recerca català.

Gràfic 12. Impacte de les publicacions dels investigadors i investigadores ICREA en comparació amb la mitjana d'investigadors i investigadores de centres internacionals de prestigi. Font: ICREA Memoir 2021.



Per últim, en la següent gràfica elaborada a partir de dades Elsevier, si ens fixem en l'indicador SNIP que calcula l'impacte de les publicacions dels investigadors en funció de les citacions rebudes,⁷⁰ és notable destacar l'evolució del sistema de recerca de Catalunya des de l'any 1996 pel que fa a publicacions, que es troben dins del 10% de les més citades. És rellevant la pujada experimentada en relació a la UE28 i la resta del món des de 2001 fins arribar a un màxim al voltant de 2014-2015 i la posterior lleugera davallada que s'observa que podria indicar una pèrdua de capacitat de competitivitat a nivell internacional.

Gràfic 13. Publicacions de Catalunya en més impacte a les revistes internacionals en comparació a UE28 i el món. Font: ICREA Memoir 2021 a partir de dades Elsevier



⁷⁰ Measuring a journal's impact: Source Normalized Impact per Paper (SNIP) <https://www.elsevier.com/researcher/author/tools-and-resources/measuring-a-journals-impact>

8.2. Espanya: Principals acreditacions i reconeixements

A nivell estatal, el programa Severo Ochoa es va iniciar l'any 2011 amb l'objectiu d'impulsar la qualitat de la recerca científica mitjançant el reconeixement dels millors centres de l'Estat espanyol (a partir de 2014 s'hi van incorporar també unitats sense personalitat jurídica) que destaquen per la seva rellevància i impacte a nivell internacional en els resultats de recerca obtinguts durant el període de referència.

L'acreditació com a centre d'excel·lència Severo Ochoa o unitat d'excel·lència María de Maeztu té una validesa de quatre anys i proporciona: reputació i reconeixement social i científic; un 1 M€ anuals per a cada un dels centres en aquest període o 500.000 € anuals en el cas de les unitats i l'accés prioritari a altres iniciatives en matèria de foment de la investigació. Aquest any 2023 les dotacions han pujat a 4,5 M€ i 2.250 M€ per quatre anys.

Fins ara s'han generat 12 convocatòries (2011-2022) amb tres cicles complets de 4 anys (2011-2014, 2015-2018 i 2019-2022). Si considerem ara els centres que tenen la distinció Severo Ochoa vigent, l'any 2022 hi havia 31 centres de recerca amb acreditació, dels quals 15 estan a Catalunya.⁷¹ Quant a unitats María de Maeztu, Catalunya en té 8 de les 24 vigents.

L'acreditació de l'Institut de Salut Carles III (ISCIII) pels instituts de recerca sanitària vinculats a hospitals es fa mitjançant un procés per avaluar si l'ISCIII té una governança eficaç, amb l'estratègia d'assegurar els recursos, capacitats i rendiment científic necessaris per produir un impacte de millora en la salut de les persones i en la societat. Es valora com estan constituïts, la seva forma de treball i els resultats que assolixen els grups de recerca i unitats de suport de l'institut de recerca sanitària. S'analitza l'orientació a les necessitats de la població, transparència, ètica i bona pràctica de l'organització en totes les seves actuacions; la qualitat i rellevància científica dels resultats assolits; els canvis o innovacions que produeixen en l'atenció sanitària que es presta. Respecte als instituts de recerca sanitària acreditats per l'ISCIII tenim a l'Estat espanyol 32 centres dels quals n'hi ha 7 a Catalunya.⁷²

8.3. Europa: Horitzó Europa i Ajuts ERC

Els ajuts ERC representen el 17% del pressupost global del programa Horitzó Europa, per la qual cosa es consideren els més valuosos i competitius. Aquests ajuts estan oberts a investigadors i investigadores de totes les nacionalitats ubicats en una institució de recerca a Europa (o disposats a traslladar-s'hi) i que passin un mínim del 50% del seu temps total de dedicació a un país europeu. Els ajuts Starting Grants (StG), Consolidator Grants (CoG) i Advanced Grants (AdG) es concedeixen per un període màxim de 5 anys i per un import entre 1,5 M€ i 3,5 M€. Des dels inicis de l'ERC el 2007 i fins al 2021, s'han finançat més de 12.000 projectes després de seguir un rigorós procés d'avaluació i s'han avaluat més de 100.000 propostes.

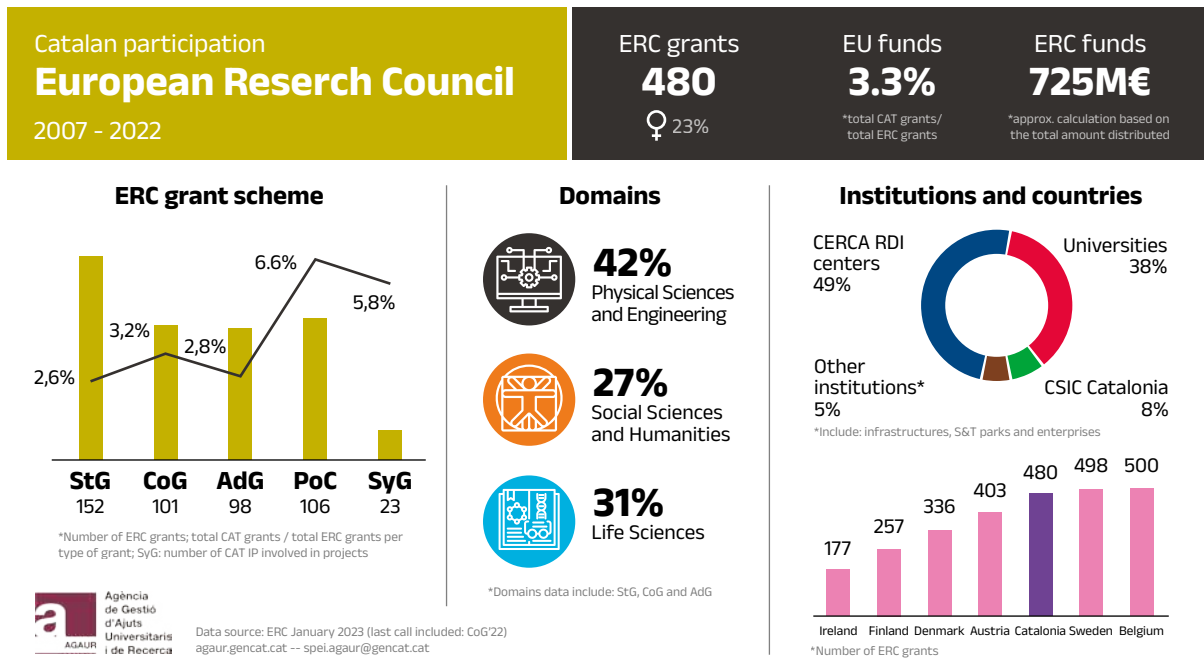
Un complet informe publicat per l'AGAUR,⁷³ mostra els bons resultats de la participació catalana als ajuts de l'ERC.

71 Centres d'excel·lència Severo Ochoa i unitats d'excel·lència María de Maeztu: <https://www.aei.gob.es/ayudas-concedidas/centros-unidades-excelencia>

72 Instituts de recerca sanitària acreditats per comunitat autònoma: https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/sanidadDatos/tablas/tabla29_2.htm

73 AGAUR (2023).

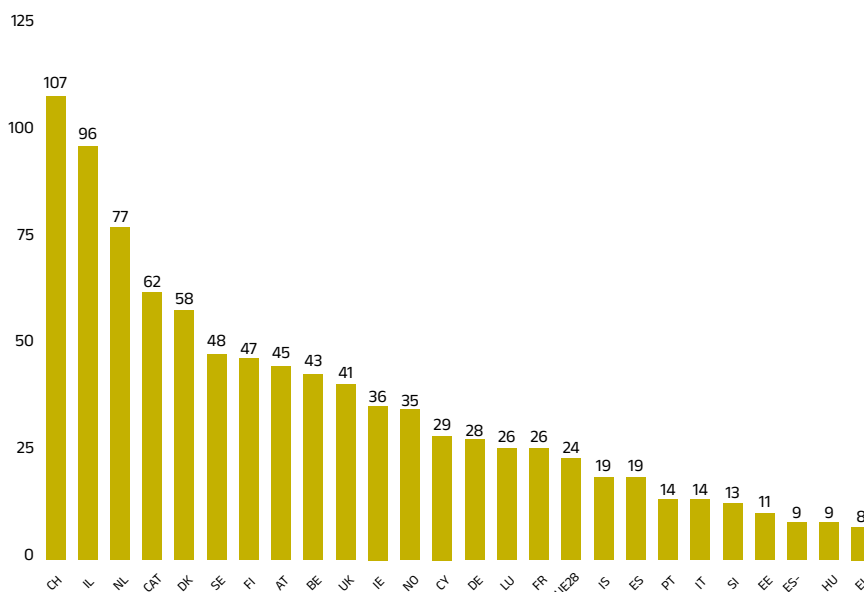
Figura 1. Distribució dels ajuts ERC a Catalunya. Font: AGAUR



D'altra banda, la distribució dels ERC captats a Catalunya indiquen que el 49% han anat a centres CERCA; el 38%, a universitats; el 8%, a centres CSIC; i el 5%, a altres institucions incloent-hi infraestructures científiques.

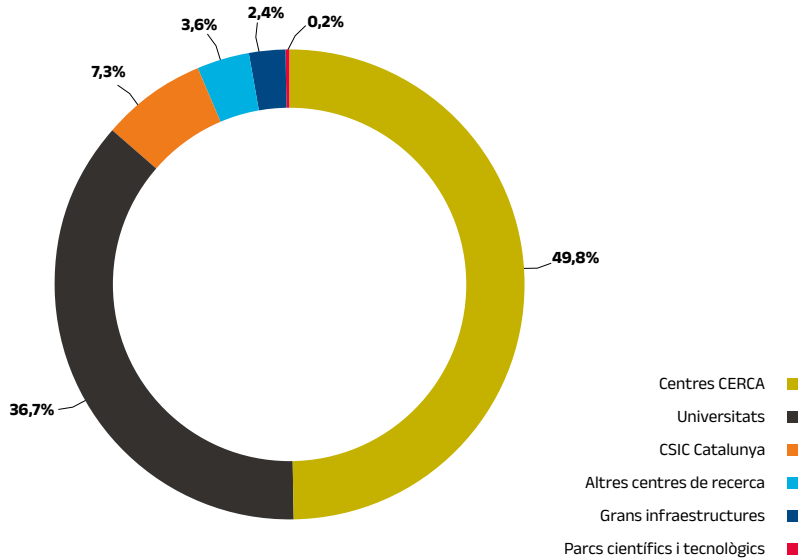
El sistema de recerca de Catalunya ha aconseguit des del 2007 el 3,3% del total dels ajuts atorgats per l'ERC (el 3,8% dels ajuts atorgats a la UE28). Destaquen per sobre d'aquesta mitjana, els ajuts Proof of Concept (PoC) que, amb 106 ajuts, representen un 6,6%; i els Synergy Grants (SyG), amb participació de 23 investigadors principals (IP) a 15 projectes, que representen un 5,8%. Finalment cal destacar que 15 institucions catalanes concentren el 80% dels ajuts ERC amb mínim de 10 ajuts (51%, centres CERCA; 44%, universitats; el 4% centres CSIC Catalunya).

Gràfic 14. Posició de Catalunya respecte a la resta de països d'Europa en ajuts ERC. Concessions per milió d'habitants. Font: AGAUR



Catalunya se situa en la 4a posició dels països amb projectes de l'ERC en nombre d'ajuts per milió d'habitants, llista encapçalada per Suïssa, Israel i Països Baixos, i en 2a posició si considerem només la UE28.

Gràfic 15. Ajuts atorgats per l'ERC per tipus d'institució (Informe AGAUR)



En termes de lideratge femení els projectes liderats per dones a Catalunya és del 28% en StG; el 29%, en CnG; el 15%, en AdG; i el 21%, en PoC.

D'altra banda, el 38% dels ajuts ERC a Catalunya han estat liderats per investigadors i investigadoers ICREA en el moment de la concessió.

Pel que fa a resultats obtinguts en el programa Horitzó 2020, i en l'àmbit específic de vida i salut, la comparació internacional⁷⁴ ens mostra com Catalunya se situa (per milió d'habitants) en 5a posició en nombre de publicacions i en 1a posició en *Highly Cited Papers*, a nivells comparables a països com ara Suècia, Bèlgica, Països Baixos o Dinamarca, depenent de l'indicador. Catalunya també és líder en captació de finançament europeu competitiu Horitzó 2020, fet que ha permès aixecar més de +570 M€ destinats a projectes biomèdics. En aquest sentit, ressaltem els ajuts ERC on Catalunya destaca en 5a posició (per milió d'habitants), amb 85 beques de recerca, 26 de les quals són PoC, vinculades a la capacitat de transferència de coneixement generat.

Gràfic 16. Publicacions científiques en ciències de la vida i la salut i finançament a projectes Horitzó 2020. Comparativa de Catalunya respecte a la resta de països

Publicacions científiques en ciències de la vida i la salut i finançament a projectes Horitzó 2020 (2016-2021)

Publicacions (per Mhab)	Highly Cited Papers (HCP) (sobre el total de la població)	Finançament H2020 (M€ per Mhab)	ERC grants (per Mhab)
104.886 (12.098) 1 SUÏSSA	CATALUNYA 1 1.781 (3,08%)	2.296 M€ (131) 1 PAÏSOS BAIXOS	SUÏSSA 1 248 (28,6)
69.224 (11.853) 2 DINAMARCA	IRLANDA 2 917 (3,01%)	898 M€ (104) 2 SUÏSSA	PAÏSOS BAIXOS 2 294 (16,82)
91.978 (8.862) 3 SUÈCIA	BÈLGICA 3 2.220 (3%)	571 M€ (98) 3 DINAMARCA	SUÈCIA 3 146 (14,07)
145.706 (8.338) 4 PAÏSOS BAIXOS	SUÏSSA 4 2.876 (2,74%)	421 M€ (84) 4 IRLANDA	DINAMARCA 4 79 (13,53)
57.786 (7.533) 5 CATALUNYA	PAÏSOS BAIXOS 5 3.890 (2,67%)	571 M€ (74) 5 CATALUNYA	CATALUNYA 5 85 (11,08)
36.031 (6.512) 6 FINLÀNDIA	ÀUSTRIA 6 1.331 (2,61%)	733 M€ (71) 6 SUÈCIA	ÀUSTRIA 6 95 (10,64)
73.879 (6.394) 7 BÈLGICA	DINAMARCA 7 1.802 (2,6%)	794 M€ (69) 7 BÈLGICA	BÈLGICA 7 112 (9,69)
30.510 (6.095) 8 IRLANDA	REGNE UNIT 8 9.333 (2,54%)	375 M€ (68) 8 FINLÀNDIA	FINLÀNDIA 8 50 (9,04)
50.981 (5.708) 9 ÀUSTRIA	SUÈCIA 9 2.166 (2,35%)	488 M€ (55) 9 ÀUSTRIA	IRLANDA 9 42 (8,39)
367.225 (5.510) 10 REGNE UNIT	FRANÇA 10 4.394 (2,22%)	381 M€ (37) 10 PORTUGAL	REGNE UNIT 10 556 (8,34)
238.884 (4.033) 11 ITÀLIA	FINLÀNDIA 11 776 (2,15%)	1.707 M€ (36) 11 ESPANYA	ALEMANYA 11 577 (6,94)
40.997 (3.981) 12 PORTUGAL	ITÀLIA 12 5.033 (2,11%)	2.160 M€ (32) 12 REGNE UNIT	FRANÇA 12 406 (6)
311.111 (3.741) 13 ALEMANYA	ESPANYA 13 3.469 (2,11%)	2.579 M€ (31) 13 ALEMANYA	PORTUGAL 13 43 (4,18)
164.615 (3.473) 14 ESPANYA	PORTUGAL 14 804 (1,96%)	1.794 M€ (27) 14 FRANÇA	ESPANYA 14 186 (3,92)
198.193 (2.929) 15 FRANÇA	ALEMANYA 15 5.854 (1,88%)	1.552 M€ (26) 15 ITÀLIA	ITÀLIA 15 177 (2,99)

74 Biocat (2023).

8.4. Nature Index

Finalment, si fem una aproximació al territori i mirem el recent rànquing del *Nature Index*,⁷⁵ que analitza la contribució en els articles a revistes de més impacte 2022 sobre ciutats més científiques del món, observem que l'àrea metropolitana de Barcelona, on estan situats una part significativa dels centres de recerca d'excel·lència de Catalunya, ocupa la posició 47 mundial, capdavantera a l'Estat espanyol, ocupant la sisena posició de la Unió Europea darrera de París, Zuric, Berlín, Munic i Lausana. Si mirem per àmbits temàtics Barcelona ocupa la posició 33 en ciències físiques i la posició 42, en ciències de la vida. Així mateix, si mirem l'índex ponderat de 2015-2020 Barcelona està en la posició 65 pel que fa a Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS).⁷⁶ Pel que fa a l'indicador *Nature Index*, el BIST apareix tant en l'indicador corresponent a l'any 2022 com l'any 2023 en segona posició a nivell de l'Estat espanyol, darrera el CSIC. Així mateix ocupa l'any 2023, la posició 18 en física; la 20, en química; i la 65, en biologia a nivell d'entitats europees.⁷⁷

9. Valoració de la situació del sistema de l'R+D als centres, entitats i infraestructures de recerca de Catalunya. Conclusions

Les conclusions d'aquest segon informe en lo que respecta a la situació de l'R+D en els centres, entitats i infraestructures de recerca, no es diferencien massa de les del primer informe. S'han pres decisions a partir de l'anàlisi del PN@SC i l'aprovació de la Llei de la ciència, però encara ha passat poc temps per a poder analitzar l'impacte que tindran.

El sistema català d'R+D inclou un conjunt rellevant d'institucions públiques i privades sense ànim de lucre que s'ha desenvolupat principalment en els darrers 25 anys a partir d'una sèrie d'iniciatives de creació de consorcis, fundacions i voluntats de les administracions que finalment han estat incloses en la primera llei de la ciència de Catalunya. Aquest fet representa un abans i un després en la consolidació del que s'ha denominat model de ciència i recerca de Catalunya basat en el sistema universitari i en un conjunt d'entitats d'alta especialització científica i tecnològica com és el sistema CERCA.

El desplegament de la Llei i la posada en marxa tant dels organismes de coordinació com de les iniciatives estratègiques contemplades hauria de representar un impuls en el procés de consolidació i maduració del sistema. Val a dir que els resultats obtinguts fins ara, amb unes condicions menys favorables des d'un punt de vista legal, han estat molt rellevants amb una inversió econòmica limitada per la greu crisi econòmica de la dècada anterior i totes les mesures de contenció del dèficit públic tant a nivell de pressupostos com de taxes de reposició de personal. Els pressupostos 2023, els primers després del PN@SC i de la Llei de la ciència, han continuat amb l'increment de dotacions econòmiques en el sistema, de l'any 2022, que caldrà veure l'impacte que tindran en un context internacional marcat per la sortida de la pandèmia de COVID-19, els fons de resiliència amb impacte en els pressupostos de recerca, la guerra d'Ucraïna amb el conseqüent increment dels pressupostos de defensa per part dels governs, les pujades dels tipus d'interès, la inflació i la pujada dels costos energètics i la sortida del Regne Unit de la Unió Europea, que ha modificat el flux de

75 *Nature Index 2023 Science Cities*: <https://www.nature.com/nature-index/supplements/nature-index-2023-science-cities/tables/overall>

76 *Nature Index 2021 Science Cities - Top 200 by SDG*: <https://www.nature.com/nature-index/supplements/nature-index-2021-science-cities/tables/top-200-by-sdg>

77 *Institucions europees en l'àmbit de les ciències biològiques segons Nature Index 2023*: <https://www.nature.com/nature->

mobilitat del personal científic a Europa.⁷⁸ Al setembre de 2023 es va conèixer que el Regne Unit i la Comissió Europea havien arribat a un acord per tal que a partir de gener de 2024, el Regne Unit tornés a participar en els programes Horitzó Europe i Copernicus.⁷⁹

També caldrà veure l'impacte de la reforma de la llei de la ciència estatal i del nou marc de contractació laboral en què pot disminuir-se molt la capacitat de mobilitat dels investigadors, la qual és necessària en un entorn com ara els centres de recerca d'alta competitivitat internacional. Caldrà anar seguint en els propers anys les dades sobre contractació i mobilitat.

D'altra banda a nivell de la redacció d'un informe sobre l'estat de la recerca continua faltant un sistema de d'indicadors de dades públic i homogeni per a tot el sistema que permeti fer amb facilitat anàlisis que permetin visualitzar tant l'impacte de certes mesures com la mateixa evolució del sistema. Això fa, com vam indicar ja en el primer informe, que en alguns casos faltin dades agregades i estructurades per fer una anàlisi global i comparativa amb altres sistemes de recerca.

A l'inici del capítol, s'ha fet una breu introducció de les diferents entitats que formen part del ecosistema d'R+D format pels centres, entitats i infraestructures de recerca (sense incloure-hi les universitats). S'hi ha intentat incloure els indicadors i les informacions existents de les agrupacions més destacades, però som conscients que falten informacions sobre les contribucions d'entitats dedicades al suport i difusió de la ciència, o entitats d'abast més comarcal o local. Sí que hem introduït un apartat nou que recull les activitats desenvolupades per altres actors com ara l'Ajuntament de Barcelona en els darrers 15 anys o com la Fundació "la Caixa".

En la producció de nou coneixement es constaten els excel·lents resultats assolits pel sistema CERCA fet amb una inversió moderada per part de la Generalitat i amb la col·laboració i aportació notable del sistema universitari català i del sistema d'hospitals públics. És una mostra de com, quan es col·labora entre institucions, es focalitzen recursos i es dota d'agilitat administrativa orientada a la recerca, es poden aconseguir resultats rellevants. És, en aquest sentit, que es pot considerar un axioma del sistema de coneixement català que si no s'hagués generat el sistema de centres CERCA i no s'hagués creat ICREA, tot i haver destinat els mateixos recursos econòmics en aquests darrers 25 anys, els indicadors de la recerca e innovació a Catalunya segurament serien molt inferiors als actuals. En aquest sentit, una millora en la coordinació, col·laboració i permeabilitat entre el sistema universitari i el sistema de centres CERCA és essencial per obtenir una millora de resultats i una major fortalesa del sistema de recerca i innovació de Catalunya. Esperem que el desenvolupament de la Llei de la ciència ho faciliti.

Una inversió pública i privada molt per sota dels indicadors de la mitjana europea, i ja no diguem de les regions capdavanteres en ciència i innovació, és el primer element per a destacar de l'anàlisi efectuada. No podem ser competitius, generar llocs de treball i benestar econòmic i social, destinant a ciència i innovació menys recursos que la mitjana dels països europeus. No invertir avui en recerca és afavorir en un futur la deslocalització de les empreses, la fuga de talent i la pèrdua de competitivitat. Cal considerar el darrer informe de la UNESCO⁸⁰ sobre la ciència publicat l'any 2021 que indica que la mitjana d'inversió en recerca al món sobre el PIB era de 1,79% el 2018 (a Catalunya el 2018 era de l'1,52% i el 2023, de l'1,67%) i que el creixement de la despesa mundial en R+D ha estat del 19,2% entre 2014 i 2018, fet que no ha succeït a casa nostra.

En aquests darrers anys els indicadors de producció de coneixement, publicacions, patents han permès situar a Catalunya en una posició capdavantera a nivell estatal i amb una capacitat de col·laborar a nivell internacional de forma rellevant, tot obtenint un nivell d'eficiència dels recursos invertits molt elevada i una gran capacitat per multiplicar els fons invertits (entre 3 i 4 vegades) atraient molt recursos competitius.

Però l'anàlisi dels indicadors mostra un cert esgotament de la capacitat del sistema per continuar millorant per arribar als indicadors de països avançats en recerca, com ja indicàvem en el primer informe per un desajustament entre l'increment de necessitats d'unes entitats que han anat madurant i creixent en els darrers 10 anys i una congelació dels recursos invertits durant el mateix període. Els gràfics sobre el nombre

⁷⁸ O'Carroll, Lisa. (2023, 9 de maig) .

⁷⁹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4374

⁸⁰ UNESCO (2021).

de sol·licituds de patents o el nombre d'articles més citats pel sistema mostren aquesta pèrdua de pes en el context internacional. Cal veure si l'increment de recursos que s'ha iniciat a partir de 2021 pot fer revertir aquesta situació i permeti seguir el procés ascendent de millora de la recerca.

En aquest sentit els acords del PN@SC de l'any 2020, la creació del nou Departament de Recerca i Universitats l'any 2021 amb el programa de govern anunciat respecte a inversions en recerca i innovació, l'aprovació de la Llei de la Ciència el desembre de 2022 i l'aprovació del pressupost incremental en els apartats de recerca el 2022 i 2023 són notícies esperançadores. També els fons Next Generation amb certes dificultats derivades de la complexitat de la seva gestió i dels acords polítics entre el govern central i la Generalitat estant sent una oportunitat per generar sinergies en àmbits científicotecnològics de gran futur i lligats als objectius de desenvolupament sostenible com ara els casos de les iniciatives dels plans complementaris que estan en marxa i en què Catalunya participa en quatre línies estratègiques.

En l'àmbit dels recursos humans, els indicadors segueixen constatant una manca de nombre de personal investigador a Catalunya, segurament vinculada a les limitacions en recursos econòmics disponibles i també una forta desigualtat de gènere en les posicions de lideratge científic i tecnològic que no sembla que disminueixi amb la rapidesa que seria desitjable. Tot i així sí que s'observa una tendència a la millora de la participació femenina en la direcció de grups de recerca i també en la contractació d'investigadores a ICREA. La darrera convocatòria de grups de recerca consolidats, on hi havia mesures per incentivar el lideratge femení, ha donat com a resultat que el 40,65% dels grups estiguin liderats per dones enfront del 30,16% de dones líders en la convocatòria de 2017.

També es constata la dificultat d'accés dels joves investigadors a posicions consolidades dins el sistema de coneixement català. Així doncs, la carrera professional als centres de recerca segueix un mateix patró, amb un procés de captació de talent mitjançant programes de postdocs d'àmbit català (Beatriu de Pinós), estatal (Juan de la Cierva y Ramón y Cajal) o europeu (programa Maria Skłodowska Curie), als quals s'afegeixen programes impulsats per fundacions privades com ara la Fundació "la Caixa" o l'Associació Espanyola contra el Càncer, entre d'altres. A aquests fons econòmics per incorporar personal investigador per un cert període de temps, s'hi afegeix la contractació directa de personal investigador postdoctoral a partir de l'obtenció de fons competitiu. Aquest procés fa molt difícil l'estabilització dels investigadors i investigadores que no arriben a ser caps de grup, ja que els actuals fons basals no permeten incorporar personal investigador sènior amb contracte indefinit i, per tant, els investigadors i investigadores que no poden assolir la condició de caps de grup als centres de recerca i busquen la seva estabilització gràcies a les oportunitats que ofereixen altres entitats del sistema de recerca com ara les universitats, el CSIC o els hospitals.

Les noves mesures derivades de la reforma laboral veurem si ajuden a una millora en les condicions d'estabilització o si únicament ajornen el problema, fent-lo dependre de la capacitat que tingui el sistema de captar recursos competitiu.

La incorporació de caps de grup en els centres de recerca es realitza, mitjançant ICREA, en una petita proporció amb fons propis dels instituts i amb l'adscripció de professorat universitari o dels hospitals públics. Els mecanismes administratius d'adscripció de personal i la capacitat de mobilitat del professorat i del personal investigador, entre les diferents institucions del sistema, no ha estat ben establerta i provoca moltes vegades friccions entre institucions. Així mateix hi ha una dificultat a l'hora d'aprofitar el millor possible el talent incorporat, com és el cas del personal investigador ICREA i la seva implicació en activitats formatives de futurs professionals o investigadors. Caldria fer una anàlisi dels convenis d'adscripció i associació del personal entre institucions i generar unes bases comunes que facilitessin la col·laboració, la permeabilitat i l'activitat de recerca entre entitats de recerca de caràcter públic.

En l'àmbit de la transferència i la innovació, Catalunya ha de fer un esforç important ja que els indicadors sobre innovació tot i una millora, són encara inferiors comparativament a altres regions de l'Estat espanyol i també quan els comparem amb regions i països de mida similar a Catalunya. Per tal de millorar en l'àmbit de la valorització i la transferència fa falta una millor coordinació entre els diferents agents del sistema i una visió estratègica a mitjà i llarg termini que permeti avançar cap a objectius sostenibles i sòlids. Durant molts anys, a causa de la crisi econòmica, la visió estratègica de moltes entitats, tant públiques com privades, ha estat dirigida a sobreviure i no tant a generar sinergies per afrontar els canvis del segle XXI. La relació entre els actuals centres tecnològics i el sistema de recerca acadèmic està massa allunyada i

desconnectada. Fins i tot algunes vegades podria semblar que preval la competència en la cerca de recursos i no es busquen aliances complementaries amb visió de futur i pensant en un món global i interconnectat.

Aquest fet segurament resta capacitat per poder incrementar la transformació de coneixement en valor econòmic. Així mateix debilita la capacitat dels sectors econòmic i industrials dels nostre país per incorporar coneixement generat a Catalunya. També les dificultats per establir uns objectius a mitjà-llarg termini, sustentats en programes que incorporin els diferents agents d'un sector, en una visió comuna com les que planteja la Comissió Europea dins els objectius de les missions, resta efectivitat al sistema. En aquest sentit l'estratègia de recerca i innovació per a l'especialització intel·ligent de Catalunya (RIS3CAT) no ha donat els resultats esperables malgrat que permetia aquesta interacció entre sector públic i privat i entre recerca bàsica, orientada i innovació capa a producte. Segurament un excés de burocràcia i una gestió més orientada a assegurar el formalisme que no pas cap a l'obtenció de resultats ha llastrat molt aquest programa.

Ateses les dades de producció de coneixement, generació de patents i projectes de recerca orientada, caldria buscar mecanismes que permetessin afrontar de forma més coordinada els reptes de passar de la prova de concepte a la industrialització, connectant millor el que poden oferir les entitats de recerca i els centres tecnològics. En aquest sentit pot ser paradigmàtic el model alemany Fraunhofer, on una de les seves virtuts i fortaleces és l'estreta connexió entre els centres Fraunhofer i les universitats, en què per exemple els directores dels centres i també molts dels caps de departament de centres Fraunhofer són professors d'universitat tot facilitant la connexió del coneixement cap a les necessitats d'innovació productiva.

El sistema de recerca dels centres, entitats i infraestructures de recerca de Catalunya ha assolit uns indicadors d'excel·lència i internacionalització que el situen en les posicions molt destacades a nivell internacional. Aquest resultat, fruit de l'esforç continuat i d'una sèrie de decisions estratègiques que han estat assumides i ratificades per diferents governs de la Generalitat en els darrers 25 anys, han permès assolir que Catalunya sigui també reconeguda internacionalment com un pol de coneixement i de talent. Però si consideréssim que no cal fer res més perquè fins ara el sistema ha funcionat prou bé, de ben segur això ens portaria en un futur a una forta decadència. Estem a mig camí de poder aconseguir transformar part del nou coneixement i talent en benestar per a la societat. Alguns dels indicadors com ara la creació de spin-offs mostren aquesta capacitat emprenedora i creativa. Això requereix un nou impuls inversor i un conjunt d'incentius i mesures estratègiques que permetin seguir millorant tot el sistema de coneixement: universitats, centres de recerca i infraestructures, centres tecnològics, estructures de suport i sistema productiu. La Llei de la ciència ha de ser una de les eines que doti el sistema d'estabilitat i agilitat administrativa i de les eines de coordinació entre els diferents agents. La prioritització de la inversió en recerca i innovació dels pressupostos de la Generalitat fins a situar-nos en l'objectiu de la mitjana europea és una aspiració a assolir en pocs anys per consolidar els bons indicadors que mostra aquest informe i millorar aquells en què encara hi ha molt de recorregut, fins assolir un sistema de recerca i innovació generador de prosperitat i benestar adaptat a les necessitats de Catalunya en aquest segle XXI.

El final d'aquest capítol segueix sent vàlid el missatge que destacava el darrer informe sobre ciència de la UNESCO de 2021,⁸¹ el qual al seu inici indica: "El món està immers en una carrera contrarellotge per decidir els models de desenvolupament d'aquí al 2030 que és la data límit per assolir els 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible de les Nacions Unides... La ciència s'ha convertit en sinònim de modernitat, competitivitat, i fins i tot de prestigi". I conclou l'informe "(...) els països tindran que invertir més en recerca i innovació per portar a terme la seva doble transició digital i econòmica".

81 <https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/report-series>

Sigles i acrònims

ACCIÓ: Agència per la Competitivitat de l'Empresa
ACREC: Associació de Centres de Recerca Catalans
AdG: ERC Advanced Grants
AGAUR: Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca
ALBA: Síncrotró ALBA
AQU Catalunya: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya
AQUAS: Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya
Biocat: Bioregió de Catalunya
BIST: Barcelona Institute of Science and Technology
BSC: Barcelona Supercomputing Center
BST: Banc de Sang i Teixits
CCCB: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona
CDTI: Centre per al Desenvolupament Tecnològic i la Innovació
CERCA: Centres de Recerca de Catalunya
CIRI: Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació
CIT-UPC: Centre d'Innovació i Tecnologia de la Universitat Politècnica de Catalunya
CNAG: Centre Nacional d'Anàlisi Genòmica
CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique
Consell del Mecenatge: Consell del Mecenatge en Recerca, Desenvolupament i Innovació de Catalunya
CORICAT: Consell per a la Recerca i la Innovació de Catalunya
Cotec: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica,
CRG: Centre de Regulació Genòmica
CSIC: Consell Superior d'Investigacions Científiques
CSUC: Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya
EAPC: Escola d'Administració Pública de Catalunya
EECTI: Estratègia Espanyola de Ciència, Tecnologia i Innovació 2021-2027
EJC: Equivalent de Jornada Completa
EMBL: Laboratori Europeu de Biologia Molecular
EOSC: Núvol Europeu de Ciència Oberta
EPIF: Estatut del Personal Investigador en Formació
ERC: Consell Europeu de Recerca
ESFRI: Fòrum Estratègic Europeu sobre Infraestructures de Recerca
Eurecat: Centre Tecnològic de Catalunya
F4E: Fusion for Energy
FAIR: Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability
FCRI: Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació
FEDIT: Federació de Centres Tecnològics d'Espanya
FORES: Fundació d'Osona per a la Recerca i l'Educació Sanitàries
IBEC: Institut de Bioenginyeria de Catalunya
ICATMAR: Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar
ICREA: Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats
ICSURO: Institut Català del Suro

ICTS: Infraestructures Científiques i Tècniques Singulares
Idescat: Institut d'Estadística de Catalunya
IEC: Institut d'Estudis Catalans
IJC: Institut de Recerca contra la Leucèmia Josep Carreras
IRB: Institut de Recerca Biomèdica de Barcelona
IRSICAIXA: Institut de Recerca de la Sida
ISCIH: Institut de Salut Carles III
ISGLOBAL: Institut de Salut Global Barcelona
KET: Key Enabling Technologies
Leitat: Acondicionamiento Tarrasense, Centre Tecnològic
Meteocat: Servei Meteorològic de Catalunya
MRR: Mecanisme de Recuperació i Resiliència
NGEU: Next Generation EU
OCDE: Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmics
OEPM: Oficina Espanyola de Patents i Marques
PCT: Patent Cooperation Treaty
PERTE: Projectes Estratègics per a la Recuperació i Transformació Econòmica
PIB: Producte Interior Brut
PNRI: Pacte Nacional per a la Recerca i la Innovació
PN@SC: Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement
PoC: ERC Proof of Concept Grants
PRTR: Pla de recuperació, transformació i resiliència
RES: Xarxa Espanyola de Supercomputació
RIA: Avaluació sobre l'impacte de la recerca
RIAAB: Research Impact Assessment Advisory Board
RIS: Regional Innovation Scoreboard
RIS3: Research and Innovation Smart Specialisation Strategy
SGR: Ajuts per donar suport a l'activitat científica dels grups de recerca de Catalunya
SICTI: Sistema d'Informació sobre Ciència, Tecnologia i Innovació
SOMMa: Aliança dels centres d'excel·lència Severo Ochoa i unitats María de Maeztu
StG: ERC Starting Grants
SyG: ERC Synergy Grants
TECNIO: Desenvolupadors de tecnologia de Catalunya
TIC Salut Social: Fundació TIC Salut Social
UNESCO: Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura
WoS: Web of Science

Bibliografia

AGAUR (2023) *European Research Council: Catalan participation 2007-2022*. https://agaur.gencat.cat/web/.content/Documents/Internacionalitzacio/Projectes-Europeus-dRDI/Participacio-en-projectes-europeus/ERC_infographic_gen23.pdf

AQUAS (2020) *Central de Resultats de Recerca. Instituts i Centres. Dades 2016-2017*. https://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2020/cdr_recerca_instituts-centres_2016-2017_aquas2020.pdf

Biocat (2023) *Informe de la BioRegió 2022. El sector de les ciències de la vida i la salut a Catalunya*. https://www.biocat.cat/sites/default/files/content/file/2023/05/12/1/publicacions_informe-bioregio-catalunya-2022.pdf

BIST (2022) *BIST Annual Report 2021*. https://bist.eu/wp-content/uploads/2022/06/BIST-Annual-Report_2021_web_def.pdf

BSC (2022) *Resum 2021*. <http://www.bsc.es/sites/default/files/public/annualReports/BSC-resum-2021.pdf>

CELLS (2022) *Cuentas anuales. Ejercicio 2021*. <https://www.cells.es/es/que-es-alba/transparencia/publicidad-activa/docs-informacion-economica/cr45-02-01-ccaa-cells-2021.pdf>

Cotec (2022) *Ejecución presupuestaria de la I+D en el sector público*. <https://cotec.es/observacion/ejecucion-presupuestaria-de-la-i-d-en-el-sector/253d12e3-6a72-0b58-fc7c-95be8fd52f14>

Cotec (2023) *Indicador adelantado de Cotec*. <https://cotec.es/observacion/indicador-adelantado-de-cotec/49323074-ae4a-76d1-7213-5e398ad91738>

CSIC (2020) *Datos de institutos y centros 2019*. https://www.csic.es/sites/default/files/d7/articulos/datos_centros_2019_es.pdf

CSIC (2023, 28 de març) *El CSIC se consolida como principal solicitante español de patentes europeas*. CSIC.es. <https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/el-csic-se-consolida-como-principal-solicitante-espanol-de-patentes-europeas>

Departament d'Empresa i Treball. (2023, 8 maig) *Les empreses catalanes capten 386 MEUR per a projectes d'innovació de l'Horizon 2020 de la CE, el doble que l'anterior programa Marc*. Govern.cat. <https://govern.cat/salaprensa/notes-premsa/505782/les-empreses-catalanes-captent-386-meur-per-a-projectes-d-innovacio-de-l-horizon-2020-de-la-ce-el-doble-que-l-anterior-programa-marc>

Departament de Recerca i Universitats (2022) *El finançament de les activitats de Recerca, Desenvolupament i Innovació per part de la Generalitat de Catalunya. Any 2021*. https://recercauniversitats.gencat.cat/web/.content/16_universitats_i_recerca_de_catalunya/00_universitats_i_recerca_de_catalunya/politiques_i_principals_actuacions/politica_cientifica_a_catalunya/docs/Informe_Finançament_RDI_GC_2021.pdf

Departament de Recerca i Universitats (2022, 13 de desembre) *El conseller Nadal lliura els primers Premis Joan Roget a la transferència de coneixement: Hem de fer el salt de la recerca pura a la recerca aplicada*. Govern.cat. <https://govern.cat/salaprensa/notes-premsa/466403/conseller-nadal-lliura-primers-premis-joan-roget-transferencia-coneixement-hem-salt-recerca-pura-recerca-aplicada>

Departament de Recerca i Universitats (2024) *El finançament de les activitats de Recerca, Desenvolupament i Innovació per part de la Generalitat de Catalunya. Any 2022*. https://recercauniversitats.gencat.cat/web/.content/16_universitats_i_recerca_de_catalunya/00_universitats_i_recerca_de_catalunya/politiques_i_principals_actuacions/politica_cientifica_a_catalunya/docs/Informe_Finançament-RDI-a-CAT-2022.pdf

Departament d'Economia i Hisenda (2021, 21 de juliol) *La innovació a Catalunya en perspectiva europea*. Apunts d'economia. <https://apuntseconomia.blog.gencat.cat/2021/07/21/innovacio-catalunya-perspectiva-europea/>

Departament d'Economia i Hisenda (s.d.) *Pressupostos Oberts*. *Eina de visualització de dades pressupostàries de la Generalitat de Catalunya*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZWYwMjQ1NDYtMzZmZi00ODMOLWE1MGUtODI0ZjdkNzkyNzBhliwidCI6IjNiOTQyN2RjLWQzMGUtNDNiYyO4YzA2LWZmNzI1MzY3NmZlYyIsImMiOiJh9>

Europa Press (2022) *El gasto en I+D en España, en datos y gráficos*. <https://www.epdata.es/datos/gasto-investigacion-innovacion-datos-graficos/224>

European Commission (2021) *Regional innovation scoreboard 2021*. <https://op.europa.eu/s/y5RP>

European Commission (2023) *Regional innovation scoreboard 2023*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/regional-innovation-scoreboard_en

Eurostat (2023) *R&D personnel and researchers by sector of performance, sex and NUTS 2 regions [Data set]*: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/bookmark/5acb2652-4994-419c-a835-7a28d42b8061?lang=en>

FCRI (2019) *Caracterització de les patents de les universitats catalanes i dels centres CERCA*. https://docs.fundaciorecerca.cat/20194859_CompasStudies_patentsuniv_abril2019.pdf

FCRI (2022) *Estat de la ciència de Catalunya*. <https://estatciencia.fundaciorececa.cat/>

Generalitat de Catalunya (2011) *Pressupostos de la Generalitat de Catalunya 2011*. *Liquidació de pressupostos per al 2009*. https://aplicacions.economia.gencat.cat/wpres/AppPHP/2011/pdf/VOL_P_LPR.pdf

Generalitat de Catalunya (2020) *Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement*. https://recercauniversitats.gencat.cat/web/.content/10_publicacions/1_sistema_duniversitats_i_recerca/docs/PNSC_document_final.pdf

IBEC (2023, 4 de maig) *L'IBEC, primer centre de recerca d'Espanya a certificar els seus laboratoris com a sostenibles*. <https://ibecbarcelona.eu/ca/ibec-primer-centre-de-recerca-d-espanya-a-certificar-els-seus-laboratoris-com-a-sostenibles>

ICREA (2022) *ICREA Memoir 2021*. <https://memoir.icrea.cat/2021/>

ICREA (2023) *ICREA Memoir 2022*. <https://memoir.icrea.cat/2022/>

Idescat (2022) *Població ocupada*. Per sectors d'activitat i sexe. <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10387&t=202100>

Idescat (2023a) *Despesa en R+D interna*. Per sectors d'execució. <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10475>

Idescat (2023b) *Personal ocupat en R+D interna en equivalència a jornada completa (EJC)* <https://www.idescat.cat/pub/?id=rd&n=11500&lang=es>

IEC (2022) *Selecció de programes de recerca a: Síntesi Memòria 2021-2022*. <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000319/00000008.pdf>

O'Carroll, Lisa. (2023, 9 de maig) *Defence, travel, science: how post-Brexit relations could warm further*. [TheGuardian.com. https://www.theguardian.com/politics/2023/may/09/defence-travel-science-how-post-brexit-relations-could-warm-further](https://www.theguardian.com/politics/2023/may/09/defence-travel-science-how-post-brexit-relations-could-warm-further)

OECD (2010) *OECD Reviews of Regional Innovation: Catalonia, Spain*. Assessment and recommendations. <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/45497144.pdf>

OECD (2023a) *Gross domestic spending on R&D (indicator)*, <https://doi.org/10.1787/d8b068b4-en>

OECD (2023b) *Main Science and Technology Indicators, Volume 2022 Issue 2*. <https://doi.org/10.1787/1cdcb031-en>

OEPM (2022) *La OEPM en cifras 2021*. https://www.oepm.es/export/sites/portal/comun/documentos_relacionados/PDF/La_OEPM_en_Cifras_2021.pdf

RESOLUCIÓ REU/2220/2023, de 20 de juny, per la qual es reconeix, com a centre CERCA de Catalunya, la Fundació de Recerca Clínic Barcelona - Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (FRCBIDIBAPS), i s'actualitza la relació dels centres CERCA reconeguts, *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya [DOGC]*, 8945, de 27 de juny de 2023. <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=963817>

Secretaria d'Universitats i Recerca (2019) *Sistema d'Educació Superior, Recerca i Innovació. Visió global 2019*. https://universitatsirecerca.gencat.cat/web/.content/10_publicacions/1_sistema_duniversitats_i_recerca/docs/Sistema_educacio_superior_recerca_i_innov_visio_global_2019.pdf

SINC (2023, 29 de març) *Espanya, entre los 10 países de la UE con mayor número de solicitudes de patente europea*. Agencia SINC. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Espana-entre-los-10-paises-de-la-UE-con-mayor-numero-de-solicitudes-de-patente-europea>

SOMMa (2023, 17 de maig) *SOMMa impulsa el debate en la reforma de la evaluación de la investigación*. Somma.es. <https://somma.es/news/somma-impulsa-el-debate-en-la-reforma-de-la-evaluacion-de-la-investigacion/>

UNESCO (2021) *UNESCO Science Report: The race against time for smarter development* <https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/download-report>

9. Índex de taules, gràfics, quadres i figures

Taules

Taula 1. Finançament de l'R+D+I per tipus d'actuacions i departaments, en milions d'euros i percentatge respecte el total. Any 2022. Font: Departament de Recerca i Universitats.....	59
Taula 2. Dades de l'evolució temporal del finançament de la recerca pública a Catalunya. Font: elaboració pròpia.....	60
Taula 3. Comparativa entre diferents subconjunts de centres de recerca amb participació CERCA. Font: elaboració pròpia a partir de dades AQuAS i BIST.....	63
Taula 4. Nombre d'investigadors/investigadoress ICREA concedits i incorporats per any a centres CERCA.....	67
Taula 5. Distribucions per gènere en l'àmbit de la salut per categories professionals.....	67
Taula 6. Producció científica per àmbits temàtics publicada en índex normalitzats per sobre la mitjana el 2021 (Scopus).....	68
Taula 7. Producció científica per àmbits temàtics publicada en índex normalitzats per sobre la mitjana el 2021 (WoS).....	69
Taula 8: Indicadors bibliomètrics dels centres CERCA per als períodes 2017-2020 i 2019-2022. Font: Institució CERCA.....	70
Taula 9. Nombre de spin-offs creades amb la participació de centres CERCA agrupat per triennis.....	75

Gràfics

Gràfic 1. Evolució temporal de la inversió en R+D executiva respecte a pressupostada per l'administració estatal en milions d'euros. Font: Fundación COTEC.....	57
Gràfic 2. Distribució del pressupost d'R+D de l'administració estatal segons origen dels fons en milions d'euros. Font: Fundación COTEC.....	57
Gràfic 3. Variació anual de la despesa interna en recerca i desenvolupament per part de l'Estat espanyol i de Catalunya. Font: Idescat.....	58
Gràfic 4. Finançament de l'R+D per part de la Generalitat de Catalunya en milions d'euros. Font: Departament de Recerca i Universitats.....	58
Gràfic 5. Tisora de gènere en els centres CERCA (dades 2021).....	66
Gràfic 6. Indicadors d'innovació de Catalunya l'any 2005 respecte als valors d'Espanya i Europa. Font: OECD.....	72
Gràfic 7. Indicadors d'innovació de Catalunya corresponents a l'informe de 2023 relatius a Espanya i Europa. Font: Comissió Europea.....	73
Gràfic 8. Indicadors d'innovació de Catalunya corresponents a l'informe de 2021 relatius a Espanya i Europa.....	73
Gràfic 9. Evolució del nombre de sollicituds de patents als centres CERCA.....	74
Gràfic 10. Nombre d'assaigs clínics actius l'any 2022. Font: Biocat.....	75

Gràfic 11. Qualificacions de l'avaluació dels centres CERCA en el període 2016-2019. Font: Institució CERCA	79
Gràfic 12. Impacte de les publicacions dels investigadors i investigadores ICREA en comparació amb la mitjana d'investigadors i investigadores de centres internacionals de prestigi. Font: ICREA Memoir 2021.	80
Gràfic 13. Publicacions de Catalunya en més impacte a les revistes internacionals en comparació a UE28 i el món. Font: ICREA Memoir 2021 a partir de dades Elsevier	80
Gràfic 14. Posició de Catalunya respecte a la resta de països d'Europa en ajuts ERC. Concessions per milió d'habitants. Font: AGAUR	82
Gràfic 15. Ajuts atorgats per l'ERC per tipus d'institució (Informe AGAUR)	83
Gràfic 16. Publicacions científiques en ciències de la vida i la salut i finançament a projectes Horitzó 2020. Comparativa de Catalunya respecte a la resta de països	83

Quadres

Quadre 1. Objectiu de finançament del 1,25% PIB públic en R+D	59
Quadre 2. Evolució del finançament basal dels centres CERCA	62

Figures

Figura 1. Distribució dels ajuts ERC a Catalunya. Font: AGAUR	82
---	----



CAPÍTOL 3.

La recerca i el teixit productiu

Mariona Sanz Ausàs amb la col·laboració de Laia Moreno Ferran

Resum executiu

La recerca i la innovació en l'empresa privada: principals actors

El teixit empresarial a Catalunya es caracteritza per una dimensió petita de les seves empreses però per un gran dinamisme, diversificació en el sectors industrials, serveis i construcció i un alt caràcter emprenedor. Després del sotrac de la COVID-19 es visualitzen el 2021 signes clars de recuperació d'aquest teixit via l'increment i el valor de les exportacions i un increment d'inversió en R+D i innovació tal com es reflecteix a l'apartat 2 d'aquest capítol.

Catalunya compta amb actors facilitadors i desenvolupadors de tecnologia útil per ser transferida al món empresarial com són els centres tecnològics (Eurecat i Leitat) així com els grups acreditats amb el segell TECNIO a les universitats catalanes i centres de recerca. L'any 2022 el conjunt de Desenvolupadors de Tecnologia TECNIO van generar un volum d'ingressos de 72M i Eurecat i Leitat un total de 108,8 M€ a través de projectes i contractes amb empreses.

Les startups han transformat l'escenari tradicional empresarial i del teixit universitari i de recerca i esdevenen actors claus en la inversió en R+D a Catalunya (l'any 2022, el 79% de les startups van invertir en R+D).

Inversió privada en R+D i fonts públics de finançament

L'any 2021, la inversió del sector empresarial en R+D a Catalunya va augmentar un 14,79% fins arribar als 2.492,3 M€ i la totalitat del sector privat fins a 2.509,4 M€. Les empreses protagonitzen el 61,04% de la despesa total en R+D a Catalunya i si hi incloem la resta de sector privat, representa el 61,46%. Pel que fa al PIB, la inversió de les empreses a Catalunya en R+D arriba a un 1,09%. El creixement de la inversió del sector empresarial a Catalunya ha estat superior al mostrat a l'Estat espanyol (un 10,59%) i també ha doblat el creixement de la mitjana de la UE27 (un 6,25%). Ara bé, la intensitat d'inversió en R+D del sector empresarial de Catalunya encara es troba lluny dels països europeus que han registrat una major intensitat.

La Generalitat de Catalunya, l'Administració de l'Estat, els fons europeus competitiu i també els nous fons del Next Generation EU estimulen l'R+D empresarial en forma de subvencions, préstecs amb subvenció equivalent o altres formes d'ajut.

Els incentius fiscals a l'R+D esdevenen un instrument d'incentiu principalment per a empreses de dimensió mitjana gran.

Els programes europeus competitiu de suport a l'R+D permeten a les empreses accedir a un alt nivell de recerca i coneixement i al mateix temps una fórmula de finançament de l'R+D molt més amigable i favorable per les empreses, comparat amb els instruments estatals o regionals.

Les empreses catalanes que accedeixen a subvencions de suport a l'R+D empresarial són principalment provinents del sector industrial i tecnològic, ja siguin startups i spin-offs de recerca o bé empreses amb projectes d'innovació disruptius.

Recursos humans en R+D empresarial

A Catalunya, el sector empresarial té contractades 27.861 persones treballadores en activitats d'R+D, de les quals 13.323 són investigadors/investigadores.

El sector privat té un rendiment superior al del sector públic català ja que el sector privat gestiona més despesa en R+D i disposa de menys personal investigador en R+D.

Empreses innovadores i anàlisi sectorial de la despesa en innovació a Catalunya

A Catalunya, la meitat de les empreses de més de 9 treballadors (el 50,7%) han realitzat alguna activitat innovadora el 2021 i d'aquestes, el 24,4% han adquirit o desenvolupat R+D.

Catalunya ocupa la primera posició en nombre d'empreses registrades amb el segell de pimes innovadores de l'Estat espanyol, amb un total de 1.309.

La indústria manufacturera juntament amb de la de fabricació de vehicles de motor i altres materials de transport i la indústria de productes farmacèutics són els sectors de les indústries amb més inversió en innovació a Catalunya.

Cal destacar quatre sectors altament innovadors a Catalunya com són el sector químic, el sector de l'automoció, el sector de les TIC i el sector salut. Com a exemple, la inversió en R+D biofarmacèutica a Catalunya ha crescut un valor estimat del 8% el 2021, sumant gairebé 372 M€, prop del 30% del total de la inversió espanyola.

Principals resultats de la recerca i innovació empresarial catalana

L'any 2022 a Catalunya es van presentar un total de 692 sol·licituds de registre de patents. La via europea va ser la més utilitzada amb un creixement del 27,55% respecte l'any anterior.

Malgrat el sector de startups deep tech a Catalunya és encara incipient, l'any 2022 les 291 startups deep tech han aconseguit aixecar una inversió de 169 M€, un 31% més que l'any anterior.

Les exportacions d'alta tecnologia l'any 2022 han arribat fins els 11.576 M€ mostrant un creixement de 18,21% respecte a l'any 2021.

Fórmules d'innovació oberta a les empreses

Una nova forma d'innovació és la col·laboració entre corporacions i startups tecnològiques. Existeixen ja exemples d'empreses catalanes que estan duent a terme aquesta activitat com per exemple el cas d'èxit d'Hipra amb GoodGut i MediaPro amb Visyon.

La contractació empresarial als agents de l'ecosistema de recerca i innovació ha augmentat un 33% el 2021. Eurecat i Leitat i les universitats catalanes representen cada un 14% del volum de contractació privada als centres de recerca.

Internacionalització de l'R+D empresarial

A la cursa tecnològica internacional la presència d'empreses catalanes encara és dèbil, l'any 2022 destaquen amb establiment operatiu les empreses Grifols i Almirall, ambdues del sector farmacèutic.

Ara bé, la posició de Catalunya com a regió innovadora millora en el context internacional. En el recent rànquing d'innovació europeu regional (RIS 2023) de la Comissió Europea publicat, Catalunya ha assolit la categoria de regió innovadora forta, tot escalant 27 posicions en el rànquing i superant la categoria de regió innovadora moderada del 2021. La reactivació de l'economia després de la COVID-19 amb l'augment de la inversió privada (descrita a l'apartat 2 d'aquest capítol) i l'arribada dels fons europeus Next Generation EU destinats a promoure la recerca i la innovació són clau per entendre aquesta escalada.

El gran creixement del volum d'inversió de fons internacionals en l'ecosistema de startups deep tech a Catalunya ha esdevingut una palanca pels fons locals multiplicant la seva capacitat d'inversió.

1. La recerca i la innovació en l'empresa privada: principals actors

1.1. El teixit empresarial

L'estructura del teixit empresarial a Catalunya marca la seva capacitat d'inversió en recerca i desenvolupament i innovació. Una bona salut econòmica d'un país té un efecte directe en les expectatives empresarials i, per tant, en la propensió del seu teixit empresarial a invertir d'R+D com a eina d'assegurar la seva futura competitivitat. El 2022 ha representat l'any de sortida real de la COVID-19 fet que ha fet créixer de nou les ràtios d'inversió de les empreses en recerca i innovació.

El 2022 hi havia a Catalunya un total de 634.223 empreses (el 18,5% del conjunt de l'Estat espanyol). En conjunt el 2022 es van recuperar els nivells previs a la pandèmia, amb 4.347 empreses més respecte a l'1 de gener del 2020 (+0,7%).⁸²

El teixit empresarial es caracteritza per estar molt atomitzat, la majoria són microempreses o petites empreses. El 58,3% de les empreses no tenen assalariats, i de les que tenen assalariats (264.471 empreses), el 37,2% tenen entre 1 i 9 assalariats; un 3,7% tenen entre 10 i 49 assalariats i un 0,8% tenen més de 49 assalariats.

La comparativa de la demografia empresarial entre l'1 de gener de 2020 i de 2022 indica que la recuperació de l'impacte de la COVID-19 ha estat desigual per branques d'activitat econòmica. El nombre d'empreses de la indústria, el comerç i l'hostaleria se situa per sota dels nivells previs a la pandèmia, mentre que la resta de serveis, el transport i la construcció han superat el nombre d'empreses que tenien llavors. Dins de la resta de serveis, destaca el dinamisme empresarial de la branca d'informació i comunicacions, les activitats financeres i les activitats immobiliàries. El sector industrial també presenta certa heterogeneïtat, amb la fabricació de productes farmacèutics i químics, i les indústries de l'alimentació, begudes i tabac entre les branques més dinàmiques. En canvi, en negatiu destaca la pèrdua neta d'empreses en les branques de la metallúrgia i maquinària.

Tradicionalment, l'economia catalana també s'ha caracteritzat pel seu dinamisme empresarial, tret que es constata amb l'elevada densitat d'empreses. Segons les darreres dades de demografia empresarial harmonitzada corresponents al 2020, a Catalunya hi ha 89,3 empreses per cada 1.000 habitants, una taxa lleugerament inferior a la de l'any anterior, però superior a la dels països de l'entorn.

La cultura empresarial de l'economia catalana també es caracteritza pel seu caràcter emprenedor. Així, segons l'informe *Global Entrepreneurship Monitor*,⁸³ la taxa d'activitat emprenedora (percentatge de la població, de 18-64 anys, implicada en activitats emprenedores en fase inicial i que almenys està en possessió d'una part del capital del negoci) creix el 2021 respecte al 2020 fins al 7,2% (+0,6 punts percentuals). Aquesta taxa se situa per sobre de la mitjana espanyola (5,5%), però per sota de la mitjana europea (9,0%).

La internacionalització és una estratègia de creixement cabdal de l'empresa catalana. L'any 2021, a Catalunya hi havia 63.239 empreses exportadores, de les quals 13.243 van exportar un volum superior als 50.000 € anuals. D'aquestes darreres, 7.551 són empreses exportadores regulars —empreses que han exportat de manera consecutiva durant els últims quatre anys, les quals van augmentar un 0,9% respecte el 2020.

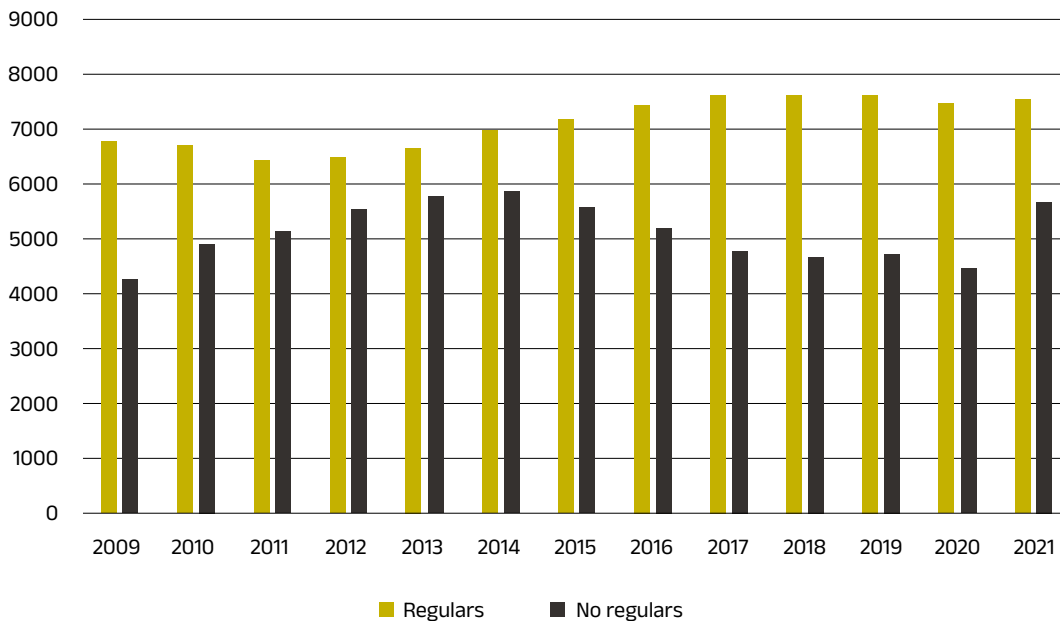
Des de l'esclat de la crisi financera i el posterior període de recuperació, el procés d'internacionalització de l'empresa catalana representa un dels pilars de creixement de l'economia catalana. Segons les dades

82 *Trets estructurals de l'empresa catalana 2022*. <https://economia.gencat.cat/ca/ambits-actuacio/economia-catalana/trets/empresa/>

83 *Global Entrepreneurship Research Association (2021)*.

referides a les empreses que exporten 50.000 € o més anualment, entre el 2008 i el 2019, el valor de les exportacions va augmentar un 46,4%, en un context d'expansió del nombre d'empreses exportadores regulars, que va augmentar un 10,1% en aquest mateix període. Amb la irrupció de la pandèmia el 2020, l'aturada de l'activitat econòmica mundial i del comerç exterior van provocar una caiguda del 3,4% del nombre d'empreses exportadores a Catalunya i del 10,0% del volum exportat.

Gràfic 1. Nombre d'empreses exportadores regulars i no regulars que exporten 50.000 € o més anualment. Font: Direcció General d'Anàlisi i Prospectiva Econòmica de la Generalitat de Catalunya a partir de dades de l'ICEX



L'any 2021 amb la reactivació de l'activitat econòmica, les exportacions augmenten de manera substancial, sobretot per la millora del valor mitjà exportat de les empreses exportadores regulars, però també per l'aportació del marge intensiu i extensiu de les empreses exportadores no regulars.

Aquesta tendència de recuperació del sector exportador després de la COVID-19 també es tradueix en la recuperació de la inversió i la capacitat d'R+D i innovació de les empreses.

Les empreses catalanes no estan aïllades de les tendències d'inversió en R+D globals. Des d'un punt de vista tecnològic es produeixen grans inversions que aporten avenços molt ràpids i importants en l'àmbit de la biotecnologia, la salut i la indústria farmacèutica així com en el desenvolupament de maquinari (xips o tecnologies quàntiques) i programari (en camps com ara la Intel·ligència Artificial o la robòtica). I entra també amb molta força la inversió en l'àmbit de la sostenibilitat i l'energia per a contribuir a tot el que implica la descarbonització de l'economia.

A Catalunya els sectors salut, d'automoció i manufacturer en general, així com els seus proveïdors tecnològics i digitals són els que protagonitzen aquesta tendència, tal com es veurà en els apartats 2 i 4 d'aquest capítol.

1.2. Centres tecnològics i desenvolupadors de tecnologia de les entitats de recerca: Eurecat, Leitat i Xarxa TECNIO

L'ecosistema de recerca i innovació a Catalunya no es podria entendre sense els agents que ocupen les fases de desenvolupament de tecnologia més properes a mercat. En aquest sentit, Catalunya compta amb actors també diferencials que actuen com a facilitadors i desenvolupadors de tecnologia útil per ser transferida al món empresarial.

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Tal com s'assenyala al capítol 2 d'aquest informe, aquests actors són els centres tecnològics (Eurecat i Leitat) així com altres entitats jurídiques independents (Institut Català del Suro; Ecolop Tech; Iris Technology Group; Starlab i Ingenieria para el Control del Ruido) i els grups acreditats amb el segell TECNIO a les universitats catalanes i centres de recerca.

El segell d'acreditació TECNIO, creat l'any 2010 per part d'ACCIÓ, permet identificar fàcilment al teixit empresarial català els millors proveïdors de tecnologia i especialistes en el procés de transferència tecnològica cap al món empresarial.

El segell TECNIO⁸⁴ agrupa 61 grups universitaris i centres de recerca CERCA i CSIC desenvolupadors de tecnologia⁸⁵ que presenten capacitats tecnològiques diferencials i que disposen de capacitat de transferir-les per enfortir el teixit empresarial i fer atractiu internacionalment l'ecosistema català d'innovació.

Taula 1. Grups TECNIO acreditats. Font: ACCIÓ

INSTITUCIÓ	Grups TECNIO acreditats
CERCA	CTFC; CVC; IBEC; IREC; IRTA; ICIQ, I2CAT, CIMNE, CTTC*
CSIC	GTQ; IIIA; MCS; N4BD; NANOMOL
UAB	CERTA; GTS; SNIBA; UPV
UB	CEMIC; CPT; CREATIO; DATASCIENCE; DIOPMA; MAIMA; SDM
UdG	AMADE; CIDSAV; EASY; EXIT; GILAB; LEQUIA; VICOROB
UdL	A3; DBA; GREIA
UOC	IN3**
UPC	CATMECH; CCP; CD6; CITCEA; CREB; CTTC; DIGIFACT; IMEM-CIEFMA; INLAB-FIB; INTEXTER; IRI; GCEM; MCIA; SARTI; SEER; SSR
UPF	BCNMedTech; MTG; BAPP; SynBio Lab
URV	AMIC; TECNATOX
URL	IQS; La Salle
UVic	BETA

* Els centres CERCA i2CAT, CIMNE i CTTC no hi estan associats tot i tenir el segell TECNIO.

** Nou centre TECNIO de la Universitat Oberta de Catalunya que encara no hi està associat.

Segons dades subministrades per ACCIÓ, l'any 2022 el conjunt de desenvolupadors de tecnologia TECNIO van generar un volum d'ingressos de 72 M€ a través de projectes i contractes amb empreses. Cal també destacar la transferència d'un total de 46 patents i altres actius de propietat intel·lectual amb les empreses, al mateix temps que es van sol·licitar 59 patents prioritàries i 9 patents estatals UE o PCT amb empreses clients. A partir de la tecnologia puntera dels grups TECNIO a desembre de 2022 s'han registrat 5 noves spin-off i 1 startup i al mateix temps s'han transferit 79 perfils professionals amb doctorats a la indústria.

A part dels desenvolupadors de tecnologia amb el segell TECNIO vinculats principalment a les universitats i centres de recerca, Catalunya compta amb un conjunt de centres tecnològics que juguen també un paper important en el procés de transferència de tecnologia cap al mercat. L'any 2012 es va iniciar una política d'integració de centres tecnològics de naturalesa privada ja existents a Catalunya i amb una llarga tradició de serveis tecnològics de caràcter sectorial. Aquesta política d'integració s'impulsa amb la finalitat que esdevinguessin entitats amb una massa crítica que els permetés assolir cotes d'eficiència més gran, donar un servei millor al teixit empresarial català i, alhora, competir amb èxit internacionalment. D'aquesta manera, el centre tecnològic integrat Eurecat va néixer l'any 2015 de la fusió dels centres tecnològics avançats ASCAMM, CETEMMSA, Barcelona Media i BDigital, i també es va comptar amb CTM Centre Tecnològic, que actuava com a centre adscrit i amb dependència funcional directa d'Eurecat.

Al llarg de 2016 i de 2017 Eurecat va absorbir la Fundació Centre Tecnològic en Tecnologies de la Nutrició i la Salut (CTNS) de Reus; la Fundació Centre de la Innovació del Sector de la Maquinaria Agrícola i dels Equips

Industrials (Maqcentre), de Lleida, i la Fundació Centre Tecnològic de la Química de Catalunya (CTQC), de Tarragona. A finals de l'any 2018 Eurecat va absorbir la fundació CTM Centre Tecnològic.

Després de 7 anys d'ençà de la seva creació, Eurecat és, avui, el centre tecnològic més gran i de referència a Catalunya per a la innovació empresarial. Prenent com a pilars de la seva activitat la recerca aplicada, la innovació tecnològica i la transferència de coneixement, Eurecat està orientat a reforçar la competitivitat del teixit empresarial mitjançant la millora de l'eficiència dels processos productius, la reorientació dels sectors consolidats cap a activitats de més valor afegit i potenciant noves activitats econòmiques emergents per crear i explorar nous nínxols de mercat.

A finals de 2022, Eurecat comptava amb 705 professionals i va generar un volum d'ingressos de 55,8 M€ anuals. R+D aplicat,⁸⁶ serveis tecnològics, formació d'alta especialització, consultoria avançada i valorització i explotació de la propietat industrial són alguns dels serveis oferts per Eurecat tant per a grans com per a petites i mitjanes empreses de tots els sectors.

Eurecat va registrar una participació a més de 100 grans projectes consorciats d'R+D+I europeus i s'ha consolidat com el segon centre tecnològic a nivell estatal privat en captació de fons europeus. Fruit de la seva activitat, Eurecat compta amb una cartera de 180 patents i 8 spin-offs que generen ocupació per a 275 professionals.

La cartera de clients d'Eurecat és de més de 2.000 empreses innovadores, la majoria catalanes, però també d'àmbit internacional. En els darrers sis anys, han realitzat més de 2.700 projectes amb pimes arribant a 4.500 serveis amb clients.

D'altra banda, Leitat, centre tecnològic de llarga tradició, neix l'any 1906 d'un grup d'industrials preocupats per la qualitat, la certificació i els projectes de recerca en l'àmbit del sector tèxtil llaner. Aquests industrials van fundar una associació de suport a la competitivitat de les empreses, que van denominar "Acondicionamiento Tarrasense".

L'entitat va anar evolucionant, tant en l'ampliació de les seves activitats com en el nom (actualment és identificat com a Leitat), tot especialitzant-se en diferents àrees de coneixement que permeten la recerca de les millors solucions tecnològiques per a les empreses. Des de fa més de 100 anys, Leitat impacta a les empreses i altres entitats a través de la gestió de projectes d'R+D i innovació industrial, liderant o participant en projectes estratègics i generant actius i coneixement.

Malgrat una dimensió una mica més reduïda, l'any 2022 Leitat agrupava 506 col·laboradors i va generar un volum d'ingressos de 53 M€ provinents el 59,8% de projectes per a empreses; el 8,4% de projectes de recerca i desenvolupament propis; i 31,8% amb finançament públic no competitiu.⁸⁷ Durant aquest exercici Leitat va desenvolupar 540 projectes de caràcter nacional i internacional i va col·laborar amb socis de 58 països diferents. El 2022 des de Leitat es van oferir més de 3.800 serveis tecnològics avançats, fomentant d'aquesta manera un entorn industrial digitalitzat i adaptat als darrers avenços tecnològics.

A finals de l'any 2016 la fundació Eurecat i l'entitat Acondicionamiento Tarrasense van signar un acord de vinculació permanent entre els dos centres tecnològics, amb la finalitat de promoure un únic projecte estratègic estructural i funcional de centre tecnològic de Catalunya, per tal d'aprofitar les sinergies de les capacitats respectives, millorar l'eficiència, l'efectivitat, l'especialització de les seves actuacions i l'increment de la seva massa crítica.

Taula 2. Principals dades dels centres tecnològics i desenvolupadors de tecnologia dels centres de recerca. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Associació TECNIO, Eurecat i Leitat

	Volum ingressos 2022	Professionals R+D industrial	Spin-offs/ Startups	Patents
TECNIO	72 M€	ND	6	46*

⁸⁶ Eurecat (2022).

⁸⁷ Leitat (2022).

	Volum ingressos 2022	Professionals R+D industrial	Spin-offs/ Startups	Patents
Eurecat	55,8 M€	705	8	180
Leitat	53 M€	506	ND	ND

*Patents prioritàries explotades i altra propietat intel·lectual.

1.3. Startups: Startup Hub i Startups Deep Tech

Les startups són empreses de recent creació, amb alt potencial de creixement en base a la innovació i/o la tecnologia i es centren en el mercat global. Està demostrat que les economies competitives a nivell mundial demostren la seva salut per un alt grau de creació d'empreses capaces d'atraure més negocis, talent i inversió. L'impacte de les startups en la creació d'ocupació i el creixement econòmic és cada cop més evident; els emprenedors són la força principal en el desenvolupament econòmic modern. No obstant això, les empreses innovadores i de ràpid creixement necessiten un entorn saludable per créixer i prosperar. Un ecosistema d'inici requereix una varietat de grups d'interès i programes de suport i, com qualsevol altre esforç empresarial, necessita mesures bones i clares per fer un seguiment del seu creixement al llarg del temps.

A Catalunya la darrera dècada s'han anat donant els elements per a propiciar un entorn favorable per la creació de startups: tradició empresarial i emprenedora; explosió del sistema de recerca i d'innovació guanyant pes a nivell científic global i creant estructures per a facilitar la transferència de coneixement i tecnologia; l'atracció de capital local i cada cop més internacional que ha facilitat la inversió en aquesta tipologia d'empreses; i finalment el talent diferencial i competitiu en un entorn tecnològic global.

Segons les dades de l'informe Barcelona/Catalonia Startup Hub elaborades per ACCIÓ,⁸⁸ l'any 2022 es comptabilitzen a Catalunya 2.022 startups. La dimensió del sector de startups a Catalunya ha anat creixent al llarg dels anys fet que ha posicionat Barcelona com la cinquena ciutat més atractiva a la UE (per darrera de París, Berlín, Estocolm i Amsterdam) per a crear una nova empresa. Des del 2016 (any d'inici del recompte oficial de startups a Catalunya) el nombre de startups ha crescut un 86,2%, passant de 1.086 startups a 2.022 l'any 2022.

Des d'un punt de vista d'ocupació les startups a Catalunya han anat guanyant dimensió i el 2021 ja ocupaven 19.138 persones. El 76% de les startups tenien menys de 10 treballadors el 2021, en canvi, el 2019 aquest percentatge era del 87%. Si a més sumem el fet que també el 2021 creix el nombre de startups que ocupen de 11 a 20 treballadors (passant del 8% al 14%) això mostra la bona salut del sector i com guanya pes i dimensió.

El sector de les startups també contribueix a millorar les ràtios de recerca i innovació a Catalunya. De fet les startups tenen una fase inicial de desenvolupament on han d'invertir en desenvolupar la seva solució (especialment aquelles startups de base tecnològica, científica, etc.) per a poder arribar a mercat. És per aquesta raó que requereixen de fonts de finançament externa i/o atraure capital inversor que els faciliti el desenvolupament per assegurar la seva entrada al mercat.

L'any 2022 el 79% de les startups a Catalunya van invertir en R+D i el 50% d'elles van destinar més del 30% dels seus ingressos a aquesta activitat.

D'altra banda, per a poder garantir una entrada a mercat segura, les startups també són una tipologia d'empreses que ha de protegir la propietat intel·lectual que genera. Així doncs, l'informe Barcelona/Catalonia Startup Hub mostra que el 49% de les startups protegeixen la seva propietat intel·lectual en forma de patents o sistema específic i majoritàriament (el 70%) ho fa ja al mercat europeu.

⁸⁸ ACCIÓ (2023a).

Si analitzem les principals tecnologies utilitzades, la Intel·ligència Artificial i el Big Data és la principal tecnologia sobre la qual desenvolupen solucions les startups a Catalunya (un 33%), d'altra banda, també destaquen el núvol i l'Edge Computing, la sensòrica i la Internet de les coses, així com l'automatització, la connectivitat i la digitalització sanitària.

Finalment, quan ja es parla dels mercats on adrecen les seves solucions les startups catalanes, el principal és l'àmbit de la salut (*healthtech*) que concentra el 16,3% de les startups, els serveis i els programaris empresarials (12,6%), les tecnologies de la informació i la connectivitat, alimentació, finances, viatges, etc.

Així doncs, l'ecosistema d'innovació i la capacitat de desenvolupament de tecnologia a Catalunya no es podria entendre sense la creixent irrupció de startups que han transformat l'escenari tradicional empresarial i del teixit universitari i de recerca.

2. Inversió privada en R+D i fonts públics de finançament

2.1. Despesa empresarial en R+D l'any 2021

La despesa del sector empresarial en R+D a Catalunya de l'any 2021, va arribar als 2.492,3 M€. ⁸⁹ Aquesta xifra representa el 61,04% a la despesa total en R+D a Catalunya que es va situar en 4.083 M€. La contribució del sector empresarial a les xifres de despesa global en R+D a Catalunya es va mantenir superior a la mostrada a l'Estat espanyol (un 56,21%), ara bé, és encara inferior a la contribució que va fer el sector empresarial europeu sobre el total de despesa en R+D (un 65,95%).

Si analitzem les dades respecte el conjunt de l'Estat espanyol, la despesa que va fer el sector empresarial català l'any 2021 representa un 25,7% de la despesa del sector empresarial de l'Estat espanyol (9.696,2 M€). D'aquesta manera Catalunya i la Comunitat de Madrid lideren la despesa empresarial a l'Estat espanyol amb una diferència mínima de tan sols 0,15 M€.

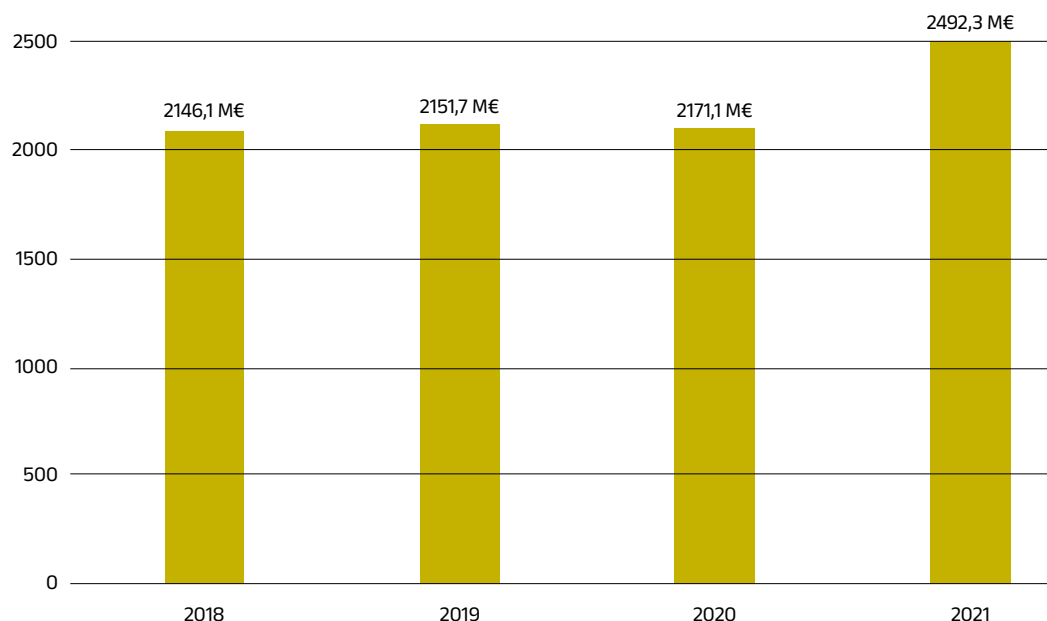
Durant els últims 2 anys (2019 i 2020), el ritme de creixement de la despesa empresarial en R+D a Catalunya va ser inferior a l'1%, mostrant molt poca variació en termes absoluts. L'any 2021, en canvi, va ser l'any de recuperació després l'aturada resultant de la COVID-19 i es va produir un creixement de la despesa del sector empresarial molt considerable: un 14,79% respecte a l'any anterior.

89 INE (2022).

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

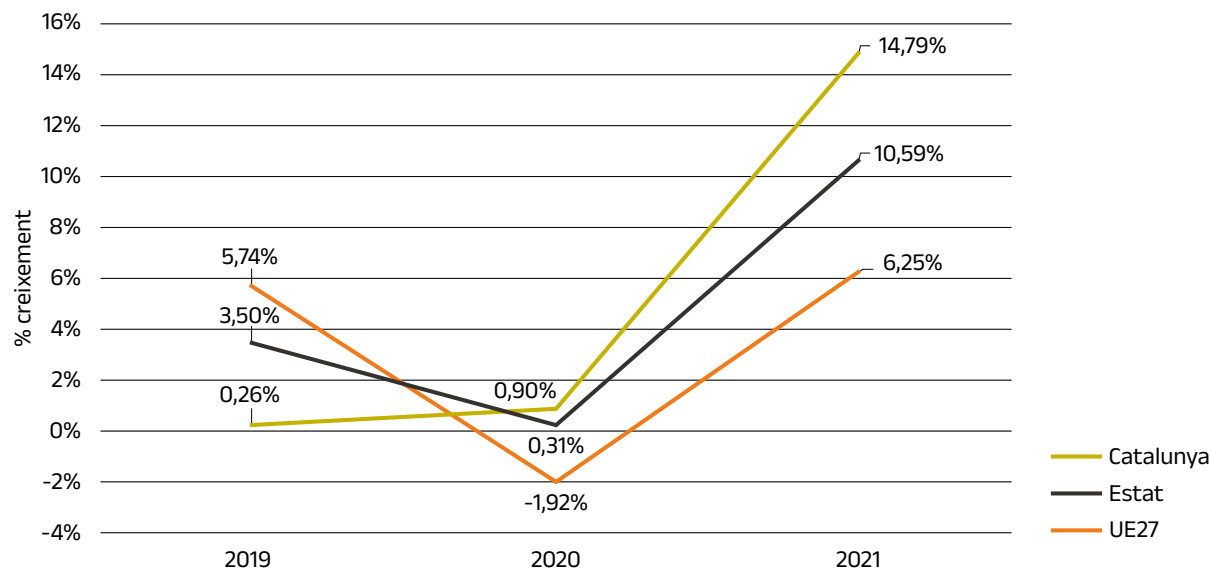
L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Gràfic 2. Despesa empresarial en R+D a Catalunya (M€). Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'INE



En el gràfic posterior s'observa aquest percentatge de creixement comparat amb el de l'Estat espanyol i la UE.⁹⁰ La tendència és la mateixa si bé el creixement de la despesa del sector empresarial a Catalunya ha estat superior al que mostra a l'Estat espanyol (un 10,59%) i també ha doblat el creixement de la mitjana de la UE27 (un 6,25%).

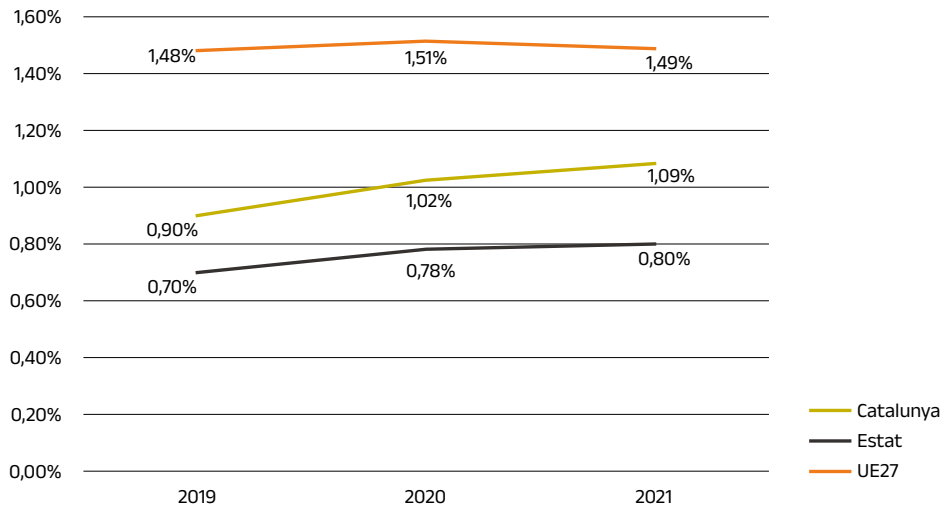
Gràfic 3. Evolució del creixement de la despesa empresarial en R+D. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'INE i Eurostat



Respecte al PIB, la despesa empresarial en R+D a Catalunya durant l'any 2021 va representar un 1,09% del PIB, set centèsimes més que l'any 2020. Aquest percentatge torna a ser superior respecte la mitjana de l'Estat espanyol (0,80%), però per sota de la mitjana europea de la UE27 (1,49%).

⁹⁰ Eurostat. Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/rd_e_gerdot/default/table?lang=en

Gràfic 4. Contribució al PIB. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'INE i Eurostat



Si ho comparem amb la resta de comunitats autònomes, la intensitat de la despesa en R+D del sector empresarial de Catalunya (1,09% del PIB) es troba la quarta, per darrere del País Basc (1,80% del PIB), Navarra (1,25% del PIB) i la Comunitat de Madrid (1,13%).

Pel que fa a la comparativa a nivell europeu, la intensitat de la despesa en R+D del sector empresarial de Catalunya (1,09% del PIB) encara es troba lluny dels països europeus que han registrat una major intensitat com ara Bèlgica i Suècia (2,42% del PIB), Àustria (2,22% del PIB) i Alemanya (2,09% del PIB).

2.2. Fonts de finançament públic a l'R+D empresarial

Entenem com a finançament els ajuts públics atorgats per les diferents administracions per estimular l'R+D empresarial en forma de subvencions, préstecs amb subvenció equivalent o altres formes d'ajut com ara els incentius fiscals a la despesa en R+D. La normativa europea d'ajuts d'estat⁹¹ inclou una exempció dedicada a l'R+D, marc del qual es desprèn el suport que poden donar les administracions a estimular l'R+D de les empreses privades.

En aquest sentit les empreses amb establiment operatiu a Catalunya accedeixen a finançament públic per a cobrir la inversió que realitzen en R+D a través de ajuts i fons gestionats des de la Generalitat de Catalunya, l'Administració de l'Estat o ajuts directament atorgats des de la Comissió Europea.

Finançament de l'R+D empresarial provinent de la Generalitat de Catalunya

ACCIÓ, l'Agència per la competitivitat de l'empresa, és l'organisme principal de la Generalitat de Catalunya que atorga ajuts de suport a l'R+D empresarial i la innovació. ACCIÓ disposa d'un pressupost propi provinent de la Generalitat de Catalunya i dels fons FEDER atorgats a la Generalitat de Catalunya per a l'estímul de l'R+D empresarial i la innovació. Les convocatòries d'ajuts d'ACCIÓ actuen en diferents fases de la cadena de valor de la recerca i la innovació empresarial (des d'activitats de recerca experimental fins a les activitats ja destinades a primeres activitats d'introducció al mercat).

Segons les dades publicades al portal de la transparència⁹² entre el 2020 i el 2022 ACCIÓ va atorgar ajuts de suport a l'R+D empresarial i la innovació per valor de 35,9 M€, a les empreses catalanes, amb imports similars el 2020 11,2 M€, i 12,3 M€ el 2021 i el 2022, respectivament.

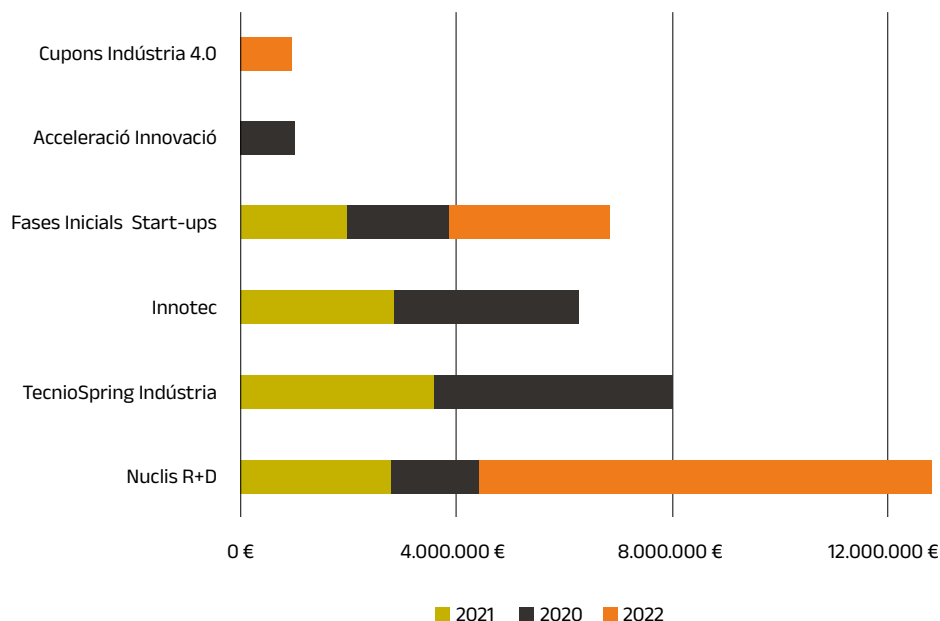
91 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM:state_aid

92 https://www.accio.gencat.cat/web/.content/05_ACCIO/Agencia/Normativa-legal-i-transparencia/Transparencia/doc/2-economia-finances/2.4.1_Subv-i-ajuts-conc-pub-atorgats.xlsx

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Gràfic 5. Ajuts de recerca i innovació empresarial atorgats. Font: elaboració pròpia a partir de dades d'ACCIÓ



Tal com es mostra en aquesta taula l'import més elevat de subvencions atorgades per ACCIÓ ha estat a través del programa de Nuclis d'R+D (12,8 M€), ajuts a projectes de recerca industrial i desenvolupament experimental destinats a empreses amb seu operativa a Catalunya. Aquesta línia d'ajuts ha estat finançada amb fons FEDER en el marc dels programes operatius (2014-2020) i (2021-2027). Aquests ajuts es dirigeixen a empreses de forma individual o en cooperació amb altres empreses locals, socis internacionals o amb agents acreditats TECNIO.

El segon ajut en importància ha estat el Programa Tecniospring Indústria, el programa internacional de talent d'ACCIÓ, que ofereix a empreses i centres tecnològics el desenvolupament de projectes transformadors a través de la contractació de personal d'R+D qualificat. En les seves diferents etapes des del 2013 (Tecniospring, Tecniospring+ i Tecniospring INDUSTRY), el programa ha comptat amb un pressupost total de 29 M€ i ha permès la contractació de prop de 200 investigadors i investigadores de 35 nacionalitats per part de 150 empreses. La iniciativa s'emmarca dins de les Accions Marie Sklodowska-Curie de la Comissió Europea i està alineat amb l'estratègia RIS3CAT, així com amb l'Estratègia Europea 2020.

Amb volums inferiors es troben els ajuts Innotec que durant el 2020 i 2021 van finançar projectes d'R+D empresarial i que a partir del 2022 s'integren a la línia de nuclis d'R+D, i altres ajuts com ara els cupons Indústria 4.0 o als ajuts destinats a la disrupció empresarial. Tots ells destinats també a empreses per estimular la demanda de tecnologia en àmbits disruptius com la intel·ligència artificial, la cadena de blocs o la robòtica.

Cal però destacar també l'Ajut Startup Capital o ajuts destinats per a les etapes inicials de les startups. Aquesta línia ha estat constant al llarg dels tres anys i està destinada a donar suport a les empreses emergents en la fase de creació —la més crítica del seu creixement—, i les acosta als primers clients i rondes de finançament privat.

Quadre 1. Doctorats Industrials

El Pla de Doctorats Industrials és una iniciativa de la Generalitat de Catalunya, impulsada conjuntament amb els agents que formen el sistema universitari i de recerca, que durant el curs 2022-2023 ha celebrat el 10è aniversari des de la seva creació el 2012.

L'objectiu d'aquesta iniciativa és impulsar la transferència de coneixement entre l'entorn acadèmic i l'entorn empresarial o institucional, mitjançant el desenvolupament de projectes col·laboratius d'R+D+I, que permetin millorar la competitivitat del teixit socioeconòmic català i l'ocupabilitat del personal doctor fora dels entorns acadèmics.

Tal com es fa referència a l'apartat 5 del capítol 1 d'aquest informe, el Pla de Doctorats Industrials s'ha consolidat plenament també en l'àmbit empresarial. Cal remarcar, doncs, que a la convocatòria DI-2022, s'han atorgat ajuts per a més de 900 projectes de doctorat industrials, dels quals 292 ja han finalitzat amb la corresponent defensa de tesi doctoral, amb la implicació de 530 empreses i institucions diferents, 12 universitats i 25 centres de recerca CERCA, així com també centres CSIC i altres organismes de recerca. Això correspon a una despesa total en R+D+I de gairebé 120 M€, dues terceres parts de la qual provenen del sector privat.

Finançament de l'R+D empresarial provinent de l'Administració General de l'Estat

El Centre per al Desenvolupament Tecnològic Industrial (CDTI) és una entitat pública empresarial de l'Administració de l'Estat que promou el desenvolupament i la innovació tecnològica entre les empreses espanyoles, a les quals ofereix assessorament i suport econòmic per impulsar el desenvolupament de projectes d'R+D+I.

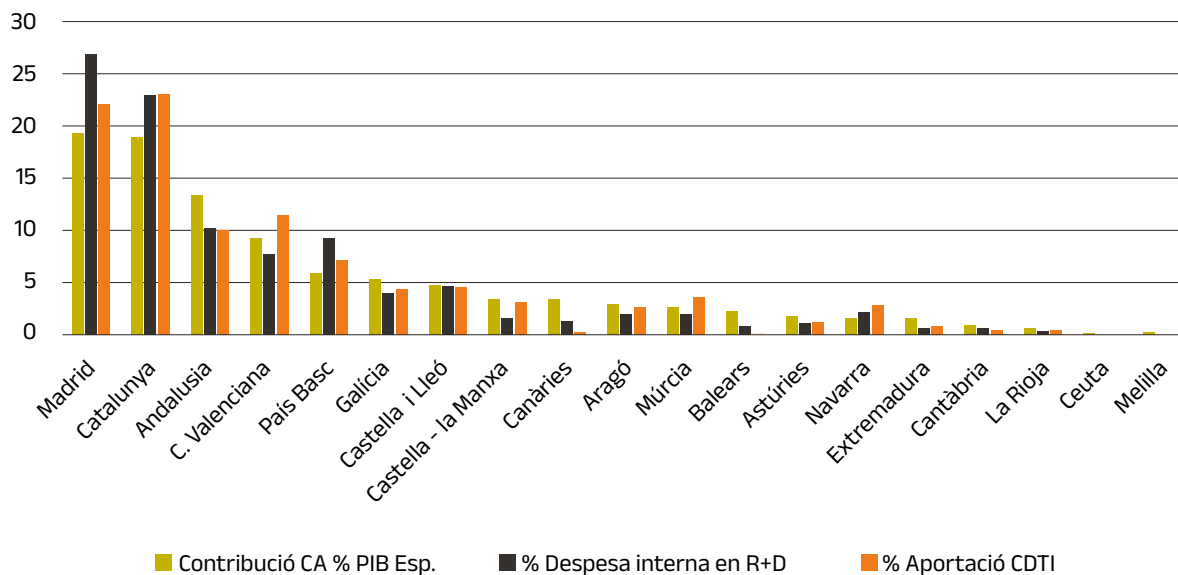
El CDTI esdevé una font de finançament clau per al desenvolupament de projectes d'R+D de les empreses catalanes, principalment industrials. Així la seva memòria d'actuacions del 2021⁹³ mostra que aquesta entitat va contribuir a finançar a Catalunya un total de 463 projectes d'R+D d'empreses catalanes amb un pressupost total de 312.119.398 €, dels qual el CDTI va aportar 235.873.553 €.

Catalunya va rebre el 23,07% del total d'ajuts CDTI a tot l'Estat espanyol el 2021 (1.409 M€) i esdevé la primera comunitat autònoma receptora d'ajuts CDTI tant en nombre de projectes com pel que fa a ajuts atorgats.

Aquestes dades són rellevants ja que aquest 23,07% de captació d'ajuts CDTI per part de les empreses catalanes se situa quatre punts per sobre el percentatge d'aportació del PIB de Catalunya a l'Estat espanyol (19%) i equivalent al percentatge de despesa en R+D a Catalunya respecte a l'Estat espanyol (23%). A continuació es pot veure la comparativa amb les altres comunitats autònomes de 2021.

93 CDTI (2022).

Gràfic 6. Aportació % del PIB, de la despesa interna en R+D i de l'aportació CDTI per comunitat autònoma. Any 2021.
Font: elaboració pròpia a partir de dades CDTI



El 2021 a Catalunya es recupera la capacitat d'atracció de recursos per part de les empreses després de la pandèmia de la COVID-19. En aquest sentit les dades que presenta CDTI de 2021 representen un creixement del 32% respecte a l'ajut atorgat per CDTI a Catalunya el 2020 que fou de 160.640.000 €. D'aquesta manera el 2021 Catalunya recupera la primera posició en ajuts captats del CDTI (que ja tenia el 2019), superant la comunitat d'autònoma de Madrid i passant de representar el 19,1% dels ajuts atorgats el 2020 al 23,07% l'any 2021.

Si analitzem els àmbits sectorials que reben aportacions del CDTI de 2021 a Catalunya tal com mostren les dades de la taula següent sobresurt el sector industrial (que hi inclou projectes d'empreses del sector químic, béns equip, vehicles de transport, materials i altres) que concentra el 31% del finançament rebut, el sector TIC el 20%, l'alimentació el 15% i el farmacèutic l'11%.

Taula 3. Projectes CDTI 2021. Anàlisi sectorial. Font: elaboració pròpia a partir de dades CDTI

Sectors	Projectes	Pimes	% pimes	Ajut CDTI	% sobre total ajuts CDTI	Pressupost total
Sectors Industrials (Químic, Materials, Béns equip, Altres)	173	131	76%	78.425.276 €	34%	103.588.551 €
TIC	118	108	92%	46.440.214 €	20%	61.333.597 €
Alimentació	54	44	81%	33.582.051 €	15%	44.708.533 €
Farmacèutic	12	6	50%	24.292.725 €	11%	30.846.512 €
Medi ambient	15	12	80%	11.983.483 €	5%	16.136.608 €
Biotecnologia	16	14	88%	10.416.253 €	5%	13.753.868 €
Salut	17	15	88%	7.659.689 €	3%	9.822.373 €
Energia	16	16	100%	6.111.239 €	3%	7.947.236 €
Transport i infraestructures	9	7	78%	5.386.047 €	2%	8.275.850 €
Aeronàutica	7	7	100%	3.354.487 €	1%	4.807.205 €
Construcció	8	8	100%	2.260.826 €	1%	2.832.508 €
Turisme	2	2	100%	446.291 €	0%	564.148 €
TOTAL AJUTS				230.358.581 €		304.616.989 €

El CDTI ha aconseguit esdevenir un instrument de finançament habitual per aquelles empreses catalanes que inverteixen en R+D i especialment de les pimes. Les dades ens mostren un alt percentatge de pimes que reben aquest finançament en tots els sectors, és només en el sector farmacèutic on el percentatge de finançament rebut per part de les pimes és més reduït.

En la següent taula es mostra el llistat de les principals empreses que van rebre finançament del CDTI el 2021 a Catalunya, tot destacant l'empresa HIPRA, la qual concentra una important aportació del CDTI per a cobrir la inversió per al desenvolupament de la vacuna per a la COVID-19.

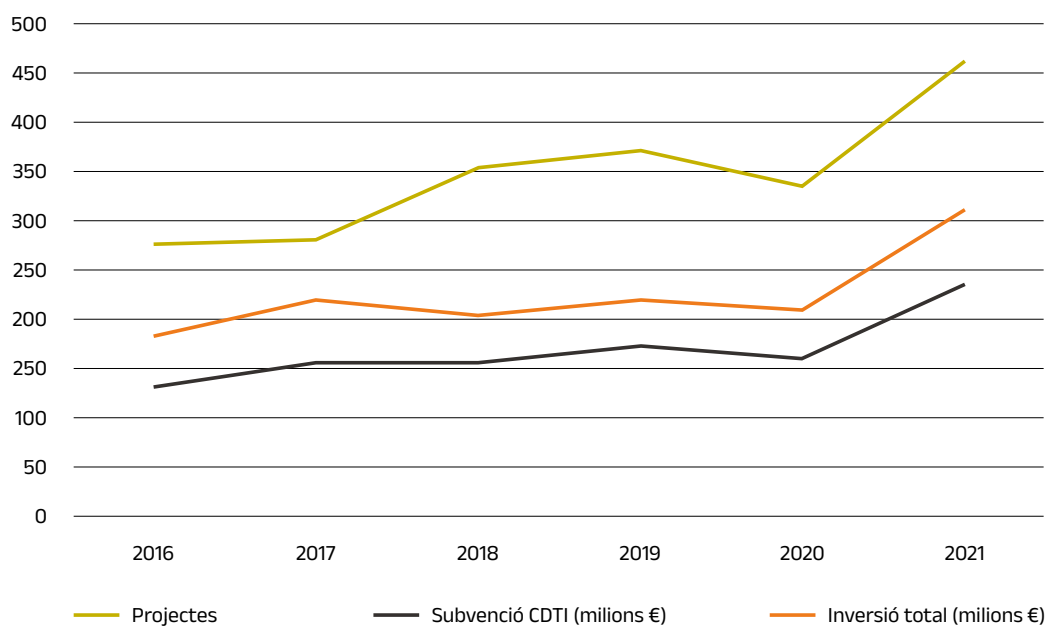
Taula 4. Empreses amb finançament CDTI. Any 2021. Elaboració pròpia a partir de dades CDTI

Raó social	Pime	Província	Localitat	Inversió empresa	Aportació CDTI
HIPRA SCIENTIFIC SLU	No	Girona	Amer	24.905.733 €	19.698.142 €
BOADAS 1880 SA	Sí	Girona	Anglès	4.939.393 €	3.704.545 €
SUBPRODUCTOS CÁRNICOS ECHEVARRÍA Y ASOCIADOS SL	Sí	Lleida	Cervera	4.221.313 €	3.165.981 €
ALTRAN INNOVACIÓN SL (en liquidació)	No	Barcelona	Sant Esteve de Sesrovires	3.816.247 €	2.802.857 €
MAQUINARIA INDUSTRIAL DARA SL	Sí	Barcelona	Granollers	3.015.637 €	2.360.038 €
SALPE SA	Sí	Barcelona	Sant Andreu de la Barca	2.959.800 €	2.219.850 €
MESOESTETIC PHARMA GROUP SL	Sí	Barcelona	Viladecans	2.065.305 €	1.755.509 €
FICOSA ADAS SL	No	Barcelona	Viladecavalls	2.672.742 €	1.729.483 €
VIDRESIF INDUSTRIAL SL	No	Girona	Porqueres	2.237.610 €	1.678.208 €
REBY RIDES SL	Sí	Barcelona	Barcelona	1.966.564 €	1.671.579 €
KOSTAL ELÉCTRICA SA	No	Barcelona	Sentmenat	1.886.661 €	1.603.662 €
IBERHOSPITEX, S.A.	Sí	Barcelona	Lliça de vall	2.014.964 €	1.576.911 €
VC UMFORMTECHNIK 2012 SL	Sí	Barcelona	Manresa	2.613.500 €	1.473.178 €
MIDSONA IBERIA SL	No	Barcelona	Castellcir	1.945.022 €	1.458.767 €
SISTEMAS DE INFORMACIÓN TERRITORIAL Y POSICIONAMIENTO SL	Sí	Barcelona	Barcelona	1.627.454 €	1.383.336 €
BIGFINITE BARCELONA SL	Sí	Barcelona	Barcelona	1.591.229 €	1.352.545 €
AUTOTECH ENGINEERING SPAIN SL	No	Barcelona	Sant Esteve de Sesrovires	1.560.556 €	1.326.473 €
JUNCA GELATINES, S.L.	Sí	Girona	Banyoles	1.679.253 €	1.259.440 €
COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE LAMINACIÓN, SL	No	Barcelona	Castellbisbal	1.854.044 €	1.205.129 €
COMMTIA SYSTEMS SA	Sí	Barcelona	Garriga, la	1.398.027 €	1.188.323 €
INKEMA SISTEMAS SL	Sí	Barcelona	Franqueses del Vallès, les	1.582.447 €	1.186.835 €
NATURA BISSE INTERNATIONAL, SA	No	Barcelona	Cerdanyola del Vallès	1.561.848 €	1.180.039 €
REACTIVOS PARA DIAGNÓSTICO SL	Sí	Barcelona	Sentmenat	1.342.701 €	1.141.296 €
ALBERLA MOSI SL	Sí	Barcelona	Avinyó	1.479.760 €	1.109.820 €
STEROS GPA INNOVATIVE SL	Sí	Barcelona	Barcelona	1.300.718 €	1.105.610 €

Raó social	Pime	Província	Localitat	Inversió empresa	Aportació CDTI
OPEN MIND VENTURES SL	Sí	Barcelona	Igualada	1.272.295 €	1.081.451 €
POLYPEPTIDE THERAPEUTIC SOLUTIONS SL	Sí	Girona	Paterna	1.339.639 €	1.004.729 €
TERESA CARLES MANUFACTURING SL	Sí	Lleida	Bell-lloc d'Urgell	1.354.325 €	987.980 €
GENTEC, SA	Sí	Barcelona	Avinyonet del Penedès	1.283.670 €	962.753 €
IMC TOYS SA	No	Barcelona	Terrassa	1.094.726 €	895.157 €
INTERFACOM, SA	Sí	Barcelona	Barcelona	1.046.349 €	889.397 €

La importància del finançament CDTI per a les empreses catalanes es confirma any rere any tal com mostra l'anàlisi que hem fet dels ajuts rebuts en el període 2016-2021.⁹⁴ En el gràfic següent es pot veure com el CDTI ha concedit 1.016 M€ en forma d'ajuts a les empreses catalanes per al desenvolupament de projectes d'R+D+i. Des de 2016 s'observa un creixement continuat en nombre de projectes aprovats, un creixement del 43% de l'aportació del CDTI a les empreses catalanes així com també de la inversió que fan les empreses en aquests projectes.

Gràfic 7. Nombre de projectes R+D finançats pel CDTI a Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir de dades CDTI



Incentius fiscals a l'R+D

Les deduccions fiscals per activitats d'R+D+i són un dels instruments utilitzats per l'Administració General de l'Estat per a fomentar la recerca i la innovació entre el teixit empresarial, a través de la reducció dels impostos.

D'una banda, s'articulen les deduccions fiscals de l'impost de societats (Llei 27/2014, de 27 de novembre, de l'impost sobre societats - Capítol IV, article 5 on recull les mesures que regulen les deduccions fiscals a l'R+D+i, així com les normes sobre la seva aplicació a l'article 39).

94 Informes anuals CDTI: <https://www.cdti.es/memorias>

I de l'altra, també existeixen les bonificacions sobre les quotes empresarials de la cotització a la Seguretat Social pel personal investigador adscrit exclusivament a activitats d'R+D+I. Aquest és un incentiu no tributari i lligat a la contractació i al manteniment del personal dedicat exclusivament a la recerca i la innovació a les empreses. Aquest incentiu s'ha regulat a través del Reial decret 475/2014, de 13 de juny, sobre bonificacions a la cotització a la Seguretat Social del personal investigador.

La normativa de deduccions fiscals a l'R+D estableix tres categories d'activitat deduïble, la recerca, el desenvolupament i la innovació tecnològica. En funció de la tipologia d'activitat que desenvolupa l'empresa la quota de deducció sobre l'impost de societats és més elevada. D'aquesta manera les deduccions són més elevades en el cas d'activitats de recerca i desenvolupament i més reduïdes en activitats d'innovació tecnològica.

El sistema espanyol de deduccions fiscals per R+D+I pot arribar a assolir fins a un 42% de deducció les despeses directes suportades per les empreses en projectes d'R+D (sumant també la deducció de les quotes de la Seguretat Social pel personal d'R+D). Davant d'altres incentius a l'R+D+I, les deduccions fiscals presenten els avantatges següents:

- Tenen uns efectes econòmics equiparables als de la subvenció, però no tributen.
- L'aplicació és lliure (tot tipus d'àrees de coneixement i volums de despesa) i general (per a totes empreses, sigui quina sigui la seva CNAE o mida).
- Les deduccions no estan sotmeses a concurrència competitiva amb un pressupost predefinit: les genera cada empresa, quan fan activitats d'R+D i/o IT, d'acord amb les definicions establertes a la llei de l'impost de societats.
- La generació de la deducció fiscal és proporcional a les activitats d'R+D+I desenvolupades, i s'aplica a la liquidació anual de l'impost de societats, fins a cert límit de quota. No obstant això, la deducció generada no aplicada pot aplicar-se en exercicis posteriors, i fins i tot hi ha un supòsit d'avenç monetari de la deducció pendent d'aplicar.

Aquest és un instrument utilitzat principalment per grans empreses que desenvolupen activitats d'R+D. L'ús que en fan les pimes és molt més limitat. Segons la *Memòria de Sol·licituds d'Informes Motivats del 2020* emesa pel Ministeri de Ciència i Innovació,⁹⁵ el 2020 es van aprovar 1.264 informes motivats de grans empreses i 2.019 de pimes. Malgrat que el nombre d'informes de pimes és més elevat, és evident que no és proporcional al teixit de pimes de l'Estat espanyol (2.942.581 a desembre de 2023).⁹⁶

Segons l'informe publicat per l'AIREF d'avaluació dels incentius fiscals a l'Estat espanyol,⁹⁷ malgrat la bondat introduïda per la mesura, no té una eficàcia real suficient. Les dificultats en el procés de certificació de la despesa en activitats d'R+D+I per part del Ministeri de Ciència i Innovació són molt exigents i costoses per a les pimes. A més, mentre que aproximadament un 25% de les empreses innovadores tindrien dret a aplicar deducció d'R+D+I, tan sols un 10% se'n beneficien, i en queden fora, especialment les de menor dimensió.

Les últimes dades publicades pel Ministeri de Ciència i Innovació mostren que el 2020 a Catalunya es van sol·licitar 2.072 informes motivats i es van aprovar 1.587 informes que representen el 22,4% de tot l'Estat espanyol. L'import total del crèdit fiscal concedit per activitats d'R+D a les empreses catalanes el 2020 va ser de 294,78 M€ i de 1.038,15 M€ per a activitats d'innovació tecnològica.

L'anàlisi de la sèrie històrica dels incentius fiscals a l'R+D des del 2011 mostra un creixement del crèdit fiscal obtingut per les empreses catalanes del 30% en el cas de les activitats d'R+D, i del 90%, en el cas de les activitats d'innovació tecnològica.

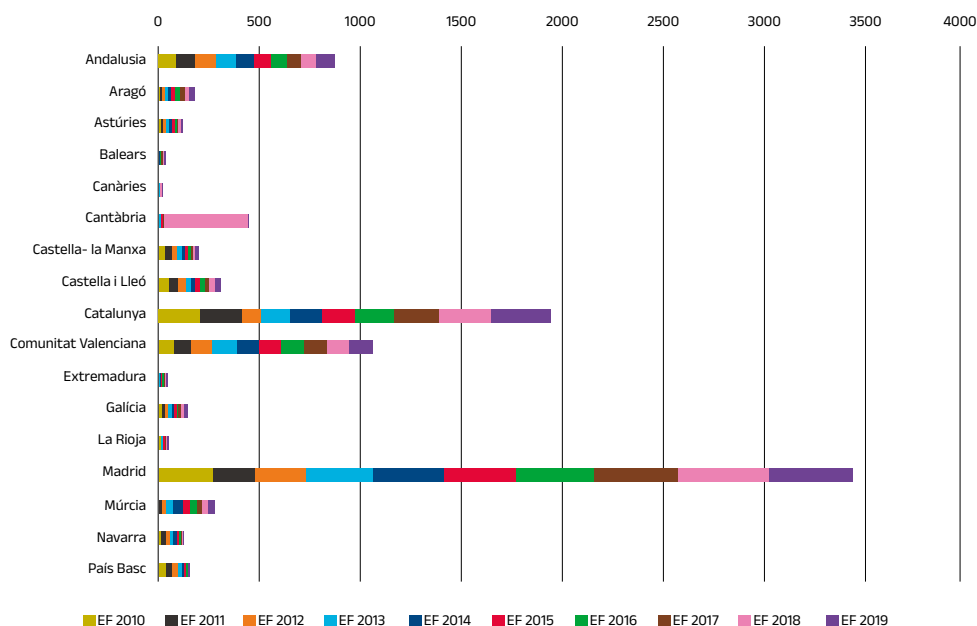
La comparativa de les dades respecte altres comunitats autònomes mostren que Catalunya ocupa la segona posició del rànquing, sempre per sota de la Comunitat de Madrid que la supera en tots els indicadors de sol·licituds d'informes motivats, aprovació d'informes i import fiscal aconseguit per activitats d'R+D. Per darrera de Catalunya destaquen la Comunitat Valenciana i Andalusia.

⁹⁵ Ministeri de Ciència i Innovació (2022).

⁹⁶ <https://industria.gob.es/es-es/estadisticas/paginas/estadisticas-y-publicaciones-sobre-pyme.aspx>

⁹⁷ AIREF (2020).

Gràfic 8. Import crèdit fiscal R+D per comunitats autònomes en milions d'euros. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'AIREF



Finançament de l'R+D empresarial provinent de fons competitiu de la Unió Europea (Horitzó 2020 i Horitzó Europa)

Els programes europeus de suport al desenvolupament d'R+D han esdevingut al llarg dels anys un instrument imprescindible per al finançament de la recerca industrial i del sector privat a Catalunya. La creixent participació de les empreses catalanes als programes marc europeus es va iniciar els anys 2000 al final del 5è Programa Marc. L'interès de les empreses en aquest finançament ve donat per l'alt nivell de recerca i coneixement a què poden accedir i al mateix temps una fórmula de finançament de l'R+D molt més amigable i favorable per a les empreses, comparat amb els instruments estatals o regionals.

Ara bé, el finançament europeu és altament competitiu, fet que comporta un esforç de temps i recursos molt alt per a les empreses i que fa que hi hagi una barrera d'entrada que limita la participació a empreses amb un alt nivell d'R+D, amb capacitat d'inversió a llarg termini i amb equips especialitzats en aquesta tipologia de projectes (ja siguin empreses de nova creació, startup de base tecnològica, així com empreses mitjanes i grans).

És important destacar el creixent nombre d'empreses de serveis de suport, tipus consultoria, a Catalunya, així com agents tractors que faciliten la participació en projectes europeus, com ara els centres tecnològics, de recerca i les mateixes universitats.

En el programa Horitzó 2020 (2014-2020) Catalunya va captar 1.740 M€ de finançament que representa el 2,5% del total UE28,⁹⁸ liderant la participació a l'Estat espanyol i concentrant el 27,4% dels fons captats. Aquestes xifres mostren l'alt nivell competitiu de l'ecosistema de recerca i innovació tant públic com privat a Catalunya participant en el programa europeu de recerca, ja que es situen sobre el volum de població catalana al conjunt de la UE (1,5%) o l'aportació del PIB de Catalunya a l'Estat espanyol (19%).

Un total de 616 empreses catalanes van captar 386,2 M€ de finançament a Horitzó 2020, el doble que en el 7è Programa Marc d'R+D.⁹⁹ Les empreses a Catalunya lideren el repartiment d'aquests fons en nombre d'entitats i ocupen la segona posició, després de les entitats públiques d'R+D, en volum de fons captats. En la comparativa amb la UE, Catalunya com a regió ocuparia la 14a posició en fons captats i a l'Estat espanyol se situa en segona posició després de Madrid.

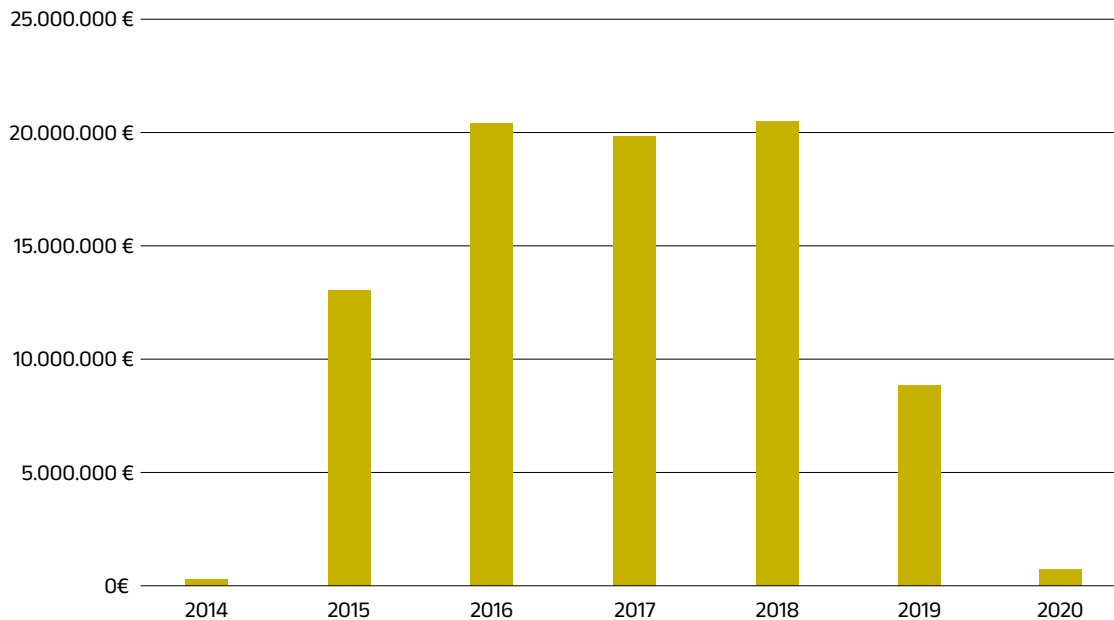
⁹⁸ AGAUR (2022).

⁹⁹ ACCIÓ (2023d).

Majoritàriament el perfil de les empreses beneficiàries d'Horitzó 2020 a Catalunya són microempreses i empreses petites (72,5%) i el 42,7% tenen menys de 10 anys de vida. En aquest sentit cal mencionar la importància d'Horitzó 2020 com a instrument de finançament d'empreses de nova creació, tipus spin-off i startups de base tecnològica, que poden accedir a subvenció d'alts imports a fons perdut per a cobrir les seves primeres etapes de desenvolupament com a empresa.

Horitzó 2020 va incloure un programa específic d'innovació, l'instrument pime, donant suport a tot el cicle de vida, des de la investigació en fase inicial fins a la prova de concepte, la transferència de tecnologia i el finançament i l'ampliació de les empreses emergents i les pimes. Aquest va ser un programa altament competitiu que atorga ajuts de quanties elevades. Malgrat la dificultat, les taxes d'èxit a Catalunya en aquesta tipologia d'instruments ha estat molt important. Al llarg d'Horitzó 2020 les empreses a Catalunya van obtenir un ajut per valor de 84,3 M€¹⁰⁰ concentrats principalment els anys de publicació de convocatòries, com es mostra en aquest gràfic.

Gràfic 9. Ajuts H2020. Font: elaboració pròpia a partir de dades de la Plataforma RIS3-MCAT



La participació catalana en aquest instrument està protagonitzada per empreses altament tecnològiques ja siguin startups i spinoffs de recerca o bé empreses amb projectes d'innovació disruptius. A la taula 5 es pot veure un resum de les empreses catalanes que han rebut més de 1,4 M€ en el programa PIME innovadora.

¹⁰⁰ Dades Plataforma RIS3MCAT <https://fonseuropeus.gencat.cat/ca/ris3cat/2030/monitoratge/>

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Taula 5. Empreses catalanes amb finançament PIME Innovadora. Font: elaboració pròpia a partir de dades Plataforma RIS3-MCAT

MINORYX THERAPEUTICS SL	3.106.250,00 €
AIRPLANE SOLUTIONS SL	2.227.837,00 €
TALLERES AZUARA SL	1.998.091,38 €
LC PAPER 1881 SA	1.956.617,25 €
GLYCARDIAL DIAGNOSTICS, SL	1.908.997,30 €
TORO DEVELOPMENT SL	1.896.125,00 €
ZECLINICS SL	1.867.186,25 €
ROVALMA, S.A	1.865.294,38 €
VADECITY SL	1.826.641,43 €
MJN NEUROSERVEIS SL	1.797.810,00 €
STEROS GPA INNOVATIVE SL	1.659.356,13 €
SOCIALDIABETES SL	1.622.001,85 €
IBERITAL DE RECAMBIOS SA	1.614.836,13 €
CREACIONES AROMÁTICAS INDUSTRIALES SA	1.600.083,63 €
Insikt Intelligence S.L.	1.533.153,13 €
JUST GLOBAL COMMUNICATION & INTERNATIONAL MARKETING SL	1.508.488,63 €
WORLDSENSING S.L.N.E	1.505.019,25 €
DARES TECHNOLOGY SL	1.428.700,00 €
ENRY'S PLEX SL	1.417.850,00 €

Next Generation EU

L'any 2022 ha tingut com a gran novetat la irrupció dels fons Next Generation, com a forma de finançament de l'R+D+i. Aquests fons han tingut un efecte també directe augmentat pressupostos en instruments de suport estatal o de la Generalitat de Catalunya a l'R+D empresarial i la innovació, o creant nous esquemes de finançament com ara els programes PERTE.

Per fer front als efectes de la COVID-19, el juliol de 2020 la Unió Europea va crear el Pla de recuperació per a Europa Next Generation EU, amb l'objectiu de transformar els reptes derivats de la pandèmia en una oportunitat per impulsar la transició ecològica i digital dels països membres i construir l'Europa de les noves generacions: més verda, digital, resiliència i justa.

El Next Generation EU està dotat amb més de 750.000 M€ (preus del 2018), per executar durant el període 2021-2026. Aquest import es distribueix entre la iniciativa REACT-EU (47.500 M€), el Mecanisme de Recuperació i Resiliència (672.500 M€) i un paquet de 30.000 M€ que es reserva la Comissió Europea. En el marc del Mecanisme de Recuperació i Resiliència (MRR), la peça angular del Next Generation EU els estats membres han elaborat plans estatals de recuperació per al seguiment i l'avaluació de les inversions per part de la Comissió Europea.

En el cas del Govern espanyol, l'any 2021 es va aprovar el Pla de recuperació, transformació i resiliència (PRTR), estructurat al voltant de quatre eixos transversals (la transició ecològica, la transformació digital, la cohesió territorial i social, i la igualtat de gènere) i 10 polítiques de palanca, que integren 30 components.

Entre aquests 30 components, per l'impuls de l'R+D a l'Estat espanyol destaquen els components 17 (reforma institucional i reforçament de les capacitats del sistema nacional de ciència, tecnologia i innovació) i el component 12 (Política Industrial Espanya 2030).

L'objectiu principal del component 17 és enfortir les capacitats del sistema estatal de ciència, tecnologia i d'innovació per a la seva adequació als estàndards internacionals i per a la millora de la seva eficàcia, coordinació, governança i transferència del coneixement. Per mitjà de diverses reformes i inversions, s'espera que el Sistema Estatal de Ciència, Tecnologia i d'Innovació sigui un instrument clau per abordar els grans desafiaments com la transició ecològica i justa, la digitalització i el repte demogràfic i que s'incrementi

i acceleri la inversió en R+D+I de forma sostenible i en àrees estratègiques fins a assolir la mitjana europea l'any 2027.

D'altra banda, el component 12 té per objectiu impulsar la modernització i la productivitat de l'ecosistema espanyol d'indústria-servis, mitjançant la digitalització de la cadena de valor, l'impuls de la productivitat, la competitivitat i la millora de l'eficiència energètica dels sectors estratègics claus en la transició ecològica i la transformació digital.

PERTE

Tal com també s'ha mencionat en el capítol 2 d'aquest informe, els Projectes Estratègics per a la Recuperació i Transformació Econòmica (PERTE) són un instrument de nova creació de col·laboració públicoprivada inclòs en el Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència (PRTR).

Fins a finals de l'any 2022, s'han aprovat dotze projectes estratègics dedicats a àrees com el desenvolupament del vehicle elèctric i connectat, el sector agroalimentari, la nova economia de la llengua, el model d'economia circular, indústria naval, aeroespacial, digitalització del cicle de l'aigua, microxips, economia social i cures, i descarbonització. Segons l'informe publicat el 18 de desembre de 2022¹⁰¹ sobre l'avenç d'execució d'inversions associades als PERTE, aquests ja han compromès més de 5.600 M€ i s'han llançat convocatòries per més de 12.800 M€ adreçades a empreses i l'ecosistema de recerca i innovació.

Oportunitats de finançament del PRTR per a empreses en l'àmbit de l'R+D

Dins del Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència (PRTR), fins a juliol de l'any 2023, es van publicar un total de 20 convocatòries destinades a empreses per un import de 1.488,8 M€¹⁰² per tal de potenciar l'R+D+I de les empreses espanyoles. Fins a juliol de 2023, trobem les següents oportunitats de finançament per empreses en l'àmbit de l'R+D:

Taula 6. Convocatòries de subvencions finançades pel Next Generation EU. Font: elaboració pròpia a partir de les dades disponibles a dades obertes

Òrgan convocant	Nom de la convocatòria	Component del PRTR	Pressupost
CDTI	Ajuts per a Iniciatives Estratègiques Sectorials d'Innovació Empresarial ("Programa Tecnològic Aeronàutic")	C17	40.000.000 €
CDTI	Convocatòria del Programa NEOTEC d'ajuts per a nous projectes empresarials d'empreses innovadores	C17	36.460.000 €
CDTI	Convocatòria 2021 del Programa Tecnològic Automoció Sostenible (PTAS)	C17	40.000.000 €
CDTI	Convocatòria 2021 d'ajuts a Missions Ciència i Innovació	C17	141.250.000 €
CDTI	Ajudes a projectes espanyols amb Segell d'Excel·lència de l'Accelerador del Consell Europeu d'Innovació	C17	20.000.000 €
CDTI	Convocatòria del Programa NEOTEC d'ajudes destinades a nous projectes empresarials d'empreses innovadores per a l'any 2022	C17	35.000.000 €
CDTI	Convocatòria d'ajuts del Programa Projectes d'R+D de tecnologies audiovisuals i dels videojocs	C25	30.000.000 €
CDTI	Ajudes destinades al "Programa Tecnològic Aeronàutic", del Programa Estatal per Catalitzar la Innovació i el Lideratge Empresarial del Pla Estatal de Recerca Científica i Tècnica i d'Innovació 2021-2023	C17	80.000.000 €

¹⁰¹ Govern d'Espanya (2022).

¹⁰² Convocatòries de subvencions finançades pel Next Generation EU <https://fonseuropeus.gencat.cat/ca/next-generation-catalunya/convocatories-licitacions/convocatories/>

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Òrgan convocant	Nom de la convocatòria	Component del PRTR	Pressupost
CDTI	Convocatòria per a l'any 2022 del Programa Missions de Ciència i Innovació	C17	125.000.000 €
CDTI	Ajudes als projectes espanyols que hagin obtingut el segell d'excel·lència a les convocatòries de l'any 2022 de l'Accelerador del Consell Europeu d'Innovació del programa Horitzó Europa	C17	30.000.000 €
CDTI	Convocatòria 2020 del Procediment d'acreditació i concessió d'ajudes destinades a centres tecnològics d'excel·lència Cervera	C17	35.000.000 €
DGIPYME	Convocatòria "Indústria Connectada 4.0" per a projectes R+D+I	C12	95.000.000 €
IDAE	Primera convocatòria d'ajuts per a projectes innovadors d'R+D d'emmagatzematge energètic	C08	50.000.000 €
DGIPYME	Convocatòria d'ajuts 2022 per a projectes R+D+I a l'àmbit de la Indústria Connectada 4.0 (ACTIVA_Financiación)	C12	140.000.000 €
SETELECO	Ajuts per al finançament d'infraestructures de recerca, adquisició d'equipament científicotècnic i projectes d'R+D en 5G avançat del Programa UNICO R+D 6G 2023	C15	62.000.000 €
CDTI	Ajuts 2023 destinats al "Programa Tecnològic Aeronàutic", del Programa Estatal per Catalitzar la Innovació i el Lideratge Empresarial del Pla Estatal de Recerca Científica i Tècnica i d'Innovació 2021-2023	C17	71.669.022 €
ICEX	Segona convocatòria per a la concessió de subvencions del "Programa Innova Invest"	C13	5.160.795 €
CDTI	Convocatòria del Programa NEOTEC d'ajudes destinades a nous projectes empresarials d'empreses innovadores per a l'any 2023	C17	40.000.000 €
FUNDACIÓ EOI	Ajudes dirigides a impulsar la innovació oberta a través de la iniciativa "Activa Startups"	C13	2.800.000 €
DGIPYME	Convocatòria 2023 de les ajudes establertes per al suport a agrupacions empresarials innovadores per millorar la competitivitat de les petites i mitjanes empreses	C13	46.440.000 €
DGIPYME	Convocatòria d'ajuts 2023 per a projectes R+D+I a l'àmbit de la Indústria Connectada 4.0 (ACTIVA_Financiación)	C12	30.000.000 €
DGIPYME	Convocatòria d'ajuts 2023 a plans d'innovació i sostenibilitat a l'àmbit de la indústria manufacturera	C12	188.000.000 €
CDTI	Convocatòria 2023 del "Programa Missions de Ciència i Innovació" vinculats al PERTE de microelectrònica i semiconductors	C17	60.000.000 €
CDTI	Convocatòria 2023 del procediment d'acreditació i concessió d'ajuts destinats a centres tecnològics d'excel·lència Cervera	C17	40.000.000 €
CDTI	Projectes R+D 2022 vinculats a la medicina personalitzada i teràpies avançades - Iniciativa conjunta ISCII - CDTI ("Projectes Missió Salut")	C17	45.000.000 €
TOTAL			1.488.779.817 €

Fins a juliol de l'any 2023, s'han resolt 14 de les 25 convocatòries de l'àmbit de l'R+D per un import de 664,9 M€, dels quals les empreses amb seu social a Catalunya han captat uns 117,1 M€ (és a dir, un 17,61%). Les convocatòries resoltes on Catalunya presenta un percentatge més elevat de captació de fons són precisament les subvencions per a projectes R+D+I a l'àmbit de la Indústria Connectada 4.0. A l'edició del 2021, dels gairebé 10 M€ resolts, 5,7 M€ van anar a parar a empreses catalanes, la qual cosa representa un

57,68%.¹⁰³ De la convocatòria del 2022, també un 51,95% de l'import resultat de la convocatòria va ser absorbit per les empreses catalanes.¹⁰⁴ En particular, aquestes subvencions tenen com a objectiu donar suport a la incorporació de coneixements, tecnologies i innovacions destinades a la digitalització dels processos i a la creació de productes i serveis tecnològicament avançats i de més valor afegit a les empreses industrials.

Altres convocatòries on les empreses catalanes han captat un percentatge elevat dels recursos resultats són la convocatòria d'ajuts del Programa Projectes d'R+D de tecnologies audiovisuals i dels videojocs (33,3% del total resultat) i la convocatòria del Programa NEOTEC d'ajuts per a nous projectes empresarials d'empreses innovadores (un 35,41% del total resultat).

Taula 7. Finançament captat per empreses catalanes en convocatòries R+D. Font: Base de Dades Nacional de Subvencions (BDNS)

Nom de la convocatòria	Import captat	Empreses beneficiàries
Ajudes a projectes espanyols amb segell d'excel·lència de l'Accelerador del Consell Europeu d'Innovació	2.367.976,33 €	2
Ajudes als projectes espanyols que hagin obtingut el segell d'excel·lència a les convocatòries de l'any 2022 de l'Accelerador del Consell Europeu d'Innovació del programa Horitzó Europa	10.265.978,00 €	5
Ajudes destinades al "Programa Tecnològic Aeronàutic", del Programa Estatal per Catalitzar la Innovació i el Lideratge Empresarial del Pla Estatal de Recerca Científica i Tècnica i d'Innovació 2021-2023	3.945.194,41 €	5
Ajuts per a Iniciatives Estratègiques Sectorials d'Innovació Empresarial ("Programa Tecnològic Aeronàutic")	4.925.478,92 €	8
Convocatòria "Indústria Connectada 4.0" per a projectes R+D+I	5.580.581,00 €	17
Convocatòria 2020 del Procediment d'acreditació i concessió d'ajudes destinades a centres tecnològics d'excel·lència Cervera	2.438.930,00 €	3
Convocatòria 2021 d'ajuts a Missions Ciència i Innovació	18.029.174,13 €	40
Convocatòria 2021 del Programa Tecnològic Automoció Sostenible (PTAS)	9.215.172,20 €	12
Convocatòria d'ajuts 2022 per a projectes R+D+I a l'àmbit de la Indústria Connectada 4.0 (ACTIVA_Financiación)	5.031.614,00 €	33
Convocatòria d'ajuts del Programa Projectes d'R+D de tecnologies audiovisuals i dels videojocs	9.990.454,58 €	33
Convocatòria del Programa NEOTEC d'ajuts per a nous projectes empresarials d'empreses innovadores	13.735.505,65 €	48
Convocatòria del Programa NEOTEC d'ajudes destinades a nous projectes empresarials d'empreses innovadores per a l'any 2022	12.048.581,15 €	40
Convocatòria per a l'any 2022 del Programa Missions de Ciència i Innovació	18.044.774,05 €	34
Projectes R+D 2022 vinculats a la medicina personalitzada i teràpies avançades - Iniciativa conjunta ISCII - CDTI ("Projectes Missió Salut")	1.484.267,17 €	4
TOTAL	117.103.681,59 €	284

¹⁰³ Dades de la resolució de concessió d'ajuts del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme: https://www.mincotur.gob.es/PortalAyudas/IndustriaConectada/Concesion/2021/Documents/Rectificacion_Errores_Resolucion%20Concesion_IC4-2021_mas_Anxos.pdf

¹⁰⁴ Dades de la resolució de concessió d'ajuts del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme: https://www.mincotur.gob.es/PortalAyudas/IndustriaConectada/Concesion/2022/Documents/Resolucion_concesion_global_firmada.pdf

3. Recursos humans en R+D empresarial

Pel que fa a l'ocupació en R+D a Catalunya, les últimes dades de les quals es disposa són les de l'any 2021.¹⁰⁵ Principalment l'anàlisi s'enfocarà al personal contractat en activitats en R+D, que hi inclou totes les persones que es dediquen directament a l'R+D, ja siguin personal plenament integrat en les activitats R+D com ara els investigadors i investigadores, així com aquells qui presten serveis directes per a les activitats R+D (administradors/ores, tècnics/ques o personal d'oficina). En canvi, quan parlem d'investigadors i investigadores en R+D ens referirem a professionals que es dediquen a la concepció o creació de nous coneixements, productes, processos, mètodes i sistemes i també a la gestió dels projectes en qüestió.

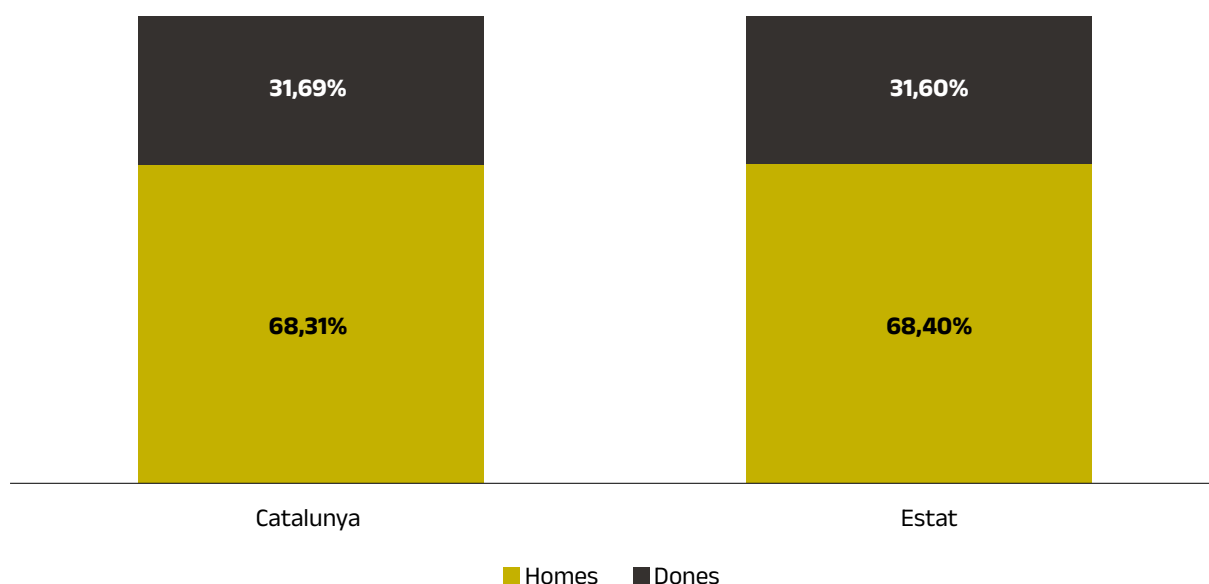
L'Institut Nacional d'Estadística classifica aquest personal contractat en activitats en R+D en 4 sectors d'execució: l'administració pública, l'educació superior, el sector empresarial i les institucions privades sense ànim de lucre. En termes generals, l'anàlisi es centrarà en el personal d'R+D contractat per les empreses.

3.1. Personal d'R+D del sector empresarial

L'any 2021, el personal contractat en activitats en R+D del sector empresarial a Catalunya eren 27.861 persones, la qual cosa representa un 23,92% del personal total contractat per empreses a l'Estat espanyol (116.465 persones).

D'aquestes 27.861 persones treballadores en activitats d'R+D del sector empresarial català, 13.323 són investigadors i investigadores en R+D, dels quals 9.101 són homes (68,31%) i 4.222 són dones (31,69%).¹⁰⁶ Tot i que estem encara lluny d'aconseguir la paritat de gènere, les ràtios per sexe són lleugerament millors a Catalunya que les mostrades pels investigadors i per les investigadores en R+D del sector empresarial de l'Estat espanyol, amb un 68,4% d'homes i un 31,6% de dones.

Gràfic 10. Investigadors i investigadores en R+D empresarial per sexe. Font: elaboració pròpia a partir dades de l'INE

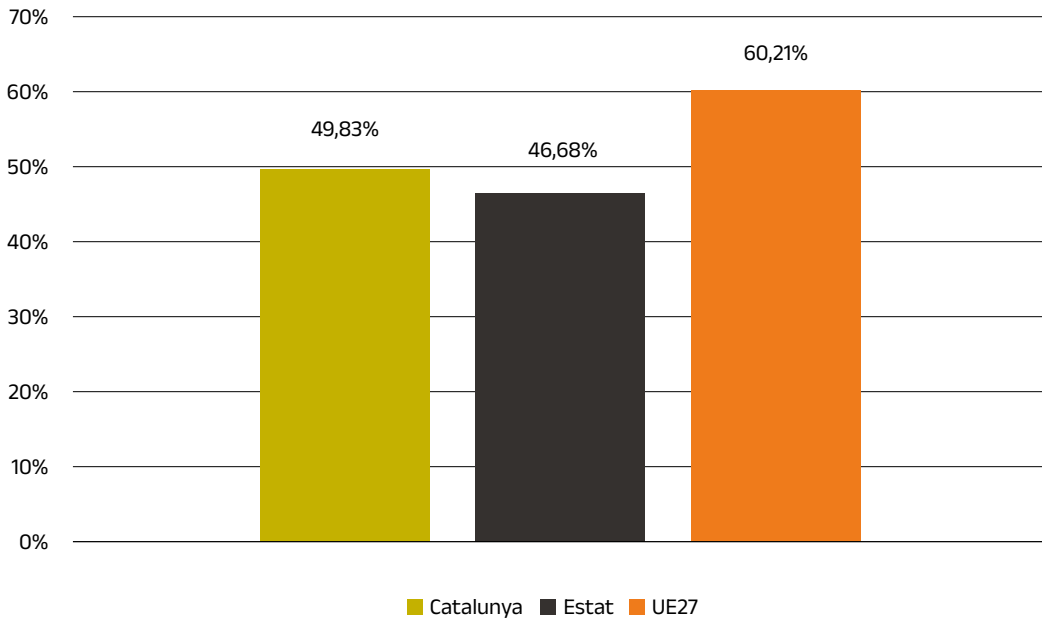


¹⁰⁵ INE (2022).

¹⁰⁶ Eurostat. R&D personnel and researchers by sector of performance, sex and NUTS 2 regions <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/bookmark/77a2d3d3-5dab-4c65-9403-b8a1246e9ac2?lang=en>

Pel que fa a la contribució del sector empresarial en el total de personal contractat en R+D, a Catalunya les empreses contracten gairebé la meitat (un 49,83%). És a dir, la contribució del sector empresarial català a l'ocupació en R+D és superior a la mostrada per l'Estat espanyol (un 46,68%) però es troba gairebé 10 punts per sota a la de la mitjana de la UE27 (60,21%).

Gràfic 11. Contribució del sector empresarial a l'ocupació en R+D. Font: elaboració pròpia a partir dades de l'INE



Si comparem la contribució del sector empresarial sobre el total de personal contractat en R+D per empreses a Espanya, Catalunya se situa la segona comunitat autònoma amb un 23,92% (només 1,46 punts per sota de la Comunitat de Madrid). Això és coherent respecte les dades de despesa en R+D ja que Madrid i Catalunya són les dues comunitats autònomes on el sector empresarial més inverteix en termes d'R+D i també on és presenta un major nombre de personal contractat en activitats d'R+D.

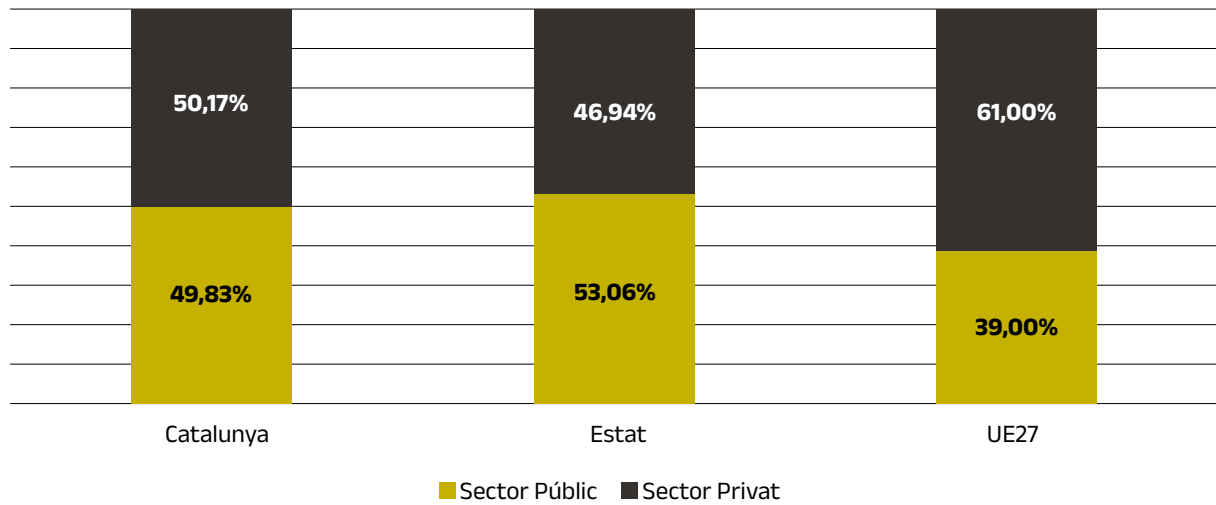
D'altra banda, si comparem la contribució del sector empresarial en la contractació de personal en R+D per comunitats autònomes, Catalunya se situa com la quarta comunitat autònoma (49,83%), per darrere del País Basc (70,98%), Navarra (56%) i Castella-la Manxa (49,98%).

3.2. Comparativa sector públic versus sector privat

El sector públic català (que engloba tant les administracions com les universitats) contracta un 49,83% del personal en activitats en R+D, mentre que el sector privat de Catalunya (el qual engloba les empreses i les institucions privades sense ànim de lucre) contracta el 50,17% restant. Per tant, es pot dir que en termes de contractació de personal en R+D el sector públic i privat es troben gairebé igualats.

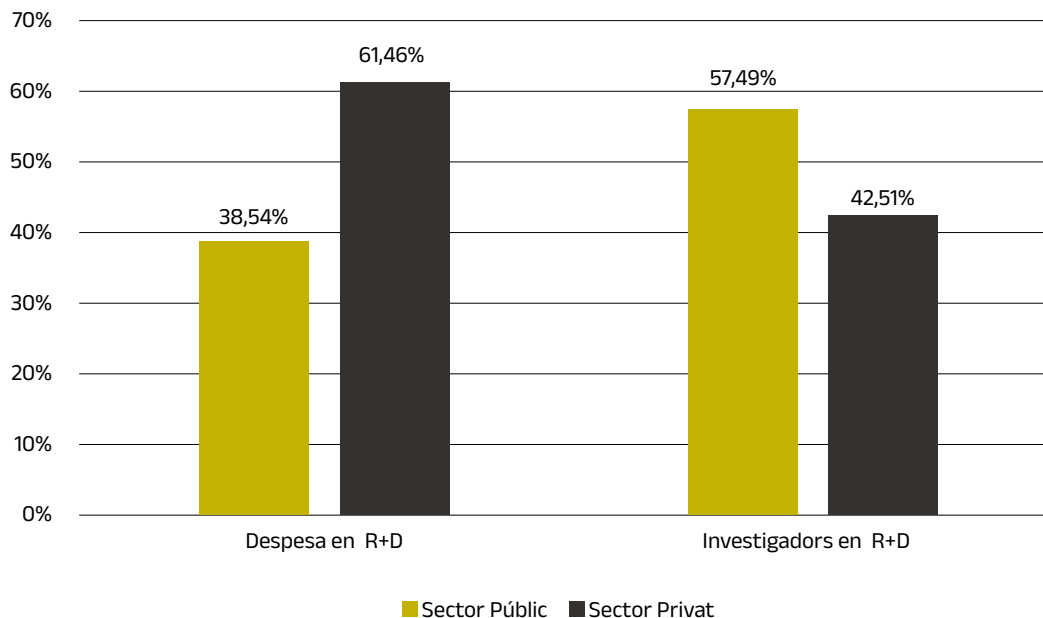
En canvi, si comparem aquestes mateixes dades amb les de l'Estat espanyol observem com el seu sector públic contracta més personal en R+D que el seu sector privat (53,06% vs. 46,94%). Pel que fa a la mitjana dels països de la UE27, la seva tendència és totalment contrària a la de l'Estat espanyol, és a dir, el sector privat contracta més personal en R+D (un 61%), respecte un 39% del sector públic.

Gràfic 12. Sector públic vs. sector privat. Font: elaboració pròpia a partir dades de l'INE i Eurostat



Pel que fa a la comparativa entre la despesa en personal contractat i el volum de despesa global d'R+D, cal destacar que el personal investigador contractat en el sector privat gestionen un volum de despesa més elevat que al sector públic. El sector públic català representa el 57,49% del personal investigador contractat en R+D i el 38,54% de la despesa d'R+D, mentre que el sector privat català contracta el 42,51% dels investigadors i investigadores i, en canvi, gestiona el 61,46% de la inversió global en R+D.

Gràfic 13. Despesa en R+D vs. Investigadors i investigadores en R+D. Font: elaboració pròpia da partir dades de l'INE



4. Empreses innovadores i anàlisi sectorial de la despesa en innovació a Catalunya

Quan parlem de la Recerca Empresarial i analitzem les dades actualment existents no inclouen les activitats d'innovació. Sovint són dos termes que es confonen pel fet que la frontera d'ambdues activitats queda molt desdibuixada i sotmesa a interpretació.

Per a poder identificar el que inclou l'activitat R+D a les empreses (les que consten en les estadístiques oficials) cal referir-se al Manual de Frascati:¹⁰⁷ conjunt de treballs creatius que s'emprenen per augmentar el volum de coneixement (de l'home, la cultura o la societat) així com la seva utilització de la suma d'aquests coneixements per a concebre noves aplicacions. S'hi inclouen les activitats de recerca bàsica, recerca aplicada i desenvolupament experimental que duen a terme les empreses.

Ara bé, quan es parla d'innovació, es centra ja en una activitat merament empresarial i es refereix a un producte o un procés de negoci nou o millorat (o combinació dels dos) que difereix substancialment dels productes o processos de negoci previs de l'empresa i que ha estat introduït en el mercat o implementat a l'empresa.

En aquest sentit l'estadística oficial recull les inversions necessàries per a l'empresa per tal d'introduir a mercat nous productes o per implementar nous processos de negoci. És una activitat que necessàriament desenvolupa l'empresa i té un contacte o repercussió directa en el mercat.

4.1. Baròmetre d'innovació

A més de l'estadística oficial, existeixen altres exercicis de mesura de la innovació a Catalunya, com per exemple el *Baròmetre de la innovació a Catalunya*¹⁰⁸ que publica ACCIÓ anualment a partir d'una enquesta a 1.200 empreses (mostra representativa del teixit empresarial a Catalunya). Aquest és un exercici pioner en l'àmbit internacional quant a l'avaluació de la innovació de les empreses. D'una banda, analitza l'estat de la innovació a Catalunya tenint en compte els nous enfocaments cap a un major pes dels actius intangibles i, de l'altra, ofereix informació directa sobre el procés d'innovació de les empreses catalanes.

D'aquesta manera, es redueix el decalatge existent de prop de dos anys en les diferents enquestes (INE) i anàlisis sobre innovació. Aquesta publicació mostra les activitats d'R+D com un subconjunt de l'activitat innovadora de les empreses, que va molt més enllà incloent-hi les activitats ja d'accés al mercat.

Les dades del Baròmetre mostren que el 2022 la meitat de les empreses catalanes de més de nou treballadors (el 56,4%) han realitzat alguna activitat innovadora el 2022, gairebé 6 punts percentuals més que el 2021 i d'aquestes el 30,7% han adquirit o desenvolupat R+D.

Una dada especialment interessant resultant d'aquesta estadística és el tram d'edat de les empreses que fan innovació i aquesta es concentra en major mesura en les empreses emergents (de 0 a 5 anys d'edat) i en les més madures (de més de 50 anys). I si a més ens centrem en l'activitat d'innovació més disruptiva, veurem que el 2021, l'11,7% de les empreses innovadores van reservar part del pressupost per a projectes d'innovació disruptiva, mentre que el 2022 ho van fer el 14,9%, amb un especial protagonisme de les empreses emergents. El 62,8% de les empreses innovadores emergents d'entre 0 i 5 anys són disruptives, percentatge molt superior al 11,2% de les empreses innovadores majors de 50 anys.

¹⁰⁷ OECD (2015).

¹⁰⁸ ACCIÓ (2022b).

4.2. Segell de PIME innovadora

Un altre exemple d'instrument de mesura de la innovació a les empreses és el segell de PIME innovadora que el Ministeri de Ciència i Innovació va publicar el 2015 per a regular l'obtenció del segell i el seu registre (Ordre ECC/1087/2015, de 5 de juny).

El segell PIME Innovadora és un reconeixement que es concedeix a petites i mitjanes empreses que tenen un gran caràcter innovador per tal que puguin aprofitar i combinar incentius fiscals que, sense aquest segell, són incompatibles. En concret, aquest segell permet compatibilitzar en el mateix personal investigador la bonificació del 40% de les aportacions empresarials a les quotes de la Seguretat Social amb la deducció de fins el 42% de les despeses d'R+D+I de l'impost de societats.

A més, aquest segell també té un doble efecte indirecte: (1) d'una banda, permet a l'Administració establir polítiques i entorns favorables que ajudin al creixement d'aquestes empreses i (2), de l'altra, permet que aquestes empreses siguin fàcilment identificables per a la contractació pública.

Els requisits que permeten a les pimes obtenir aquest segell versen sobre el finançament públic rebut en convocatòries públiques d'R+D+I a nivell estatal i europeu, haver tingut una activitat d'explotació d'una patent pròpia o haver obtingut informes motivats d'acreditació d'activitat de R+D+I així com també l'obtenció d'acreditacions normes UNE, AENOR relacionada amb innovació i la gestió d'R+D+I, o acreditació Jove Empresa Innovadora (JEI).

El desembre de 2022 el registre de PIMES innovadores a l'Estat espanyol¹⁰⁹ compta amb un total de 5.318 empreses. Catalunya ocupa la primera posició en nombre d'empreses registrades amb un total de 1.309; seguida per Madrid, amb 1.162; 758 a la Comunitat Valenciana; 460, a Andalusia; o 235, al País Basc.

4.3. Anàlisi sectorial de la innovació a Catalunya

Malauradament no existeixen dades oficials sectorials d'anàlisi de la despesa en innovació des del 2019. En aquest apartat analitzem, doncs, dades del 2019 de l'estadística de l'INE i ampliada a Catalunya per l'Idescat.¹¹⁰

Hi incloem també una anàlisi aprofundida de quatre sectors altament innovadors a Catalunya com ara el sector químic, el sector de l'automoció, el sector de les TIC i el sector salut.

El sector econòmic amb més despesa en innovació i, per tant, més innovador a Catalunya l'any 2019 va ser la indústria seguit del sector serveis. En canvi, des d'un punt de vista d'intensitat d'innovació, el sector més intensiu en innovació és l'agricultura. Les dades a nivell estatal coincideixen pel que fa al sector intensiu en innovació (agricultura) però difereixen lleugerament en volum de despesa en innovació on el sector serveis ocupa la primera posició.

Taula 8. Despesa en innovació i intensitat d'innovació a Catalunya i Espanya. Any 2019. Font: elaboració pròpia

Sectors econòmics	CATALUNYA		ESPANYA	
	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)
Agricultura, ramaderia, silvicultura i pesca	15.719,90	2,74	193.129,00	2,43
Total indústria	2.899.487,30	3,12	9.067.741,00	1,97
Construcció	40.741,90	0,97	287.239,00	0,89

109 <https://www.ciencia.gob.es/InfoGeneralPortal/documento/47c073ee-ee3b-4c27-9c8d-496dd03a1c26>

110 Poveda (2022).

Sectors econòmics	CATALUNYA		ESPANYA	
	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)
Total serveis	2.290.897,00	2,44	9.841.757,00	1,97
Total empreses	5.246.846,10	1,43	19.389.865,00	1,94

A continuació, s'analitza el detall del sectors industrial i el sector de serveis per veure en quines branques d'aquests sectors econòmics s'inverteix més en innovació:

Despesa en innovació del sector industrial

La indústria que més inverteix en innovació tant a Catalunya com a Espanya és la indústria manufacturera amb una despesa de 2,9 M€ i 8,4 M€ respectivament. Aquesta, juntament amb de la de fabricació de vehicles de motor i altres materials de transport i la indústria de productes farmacèutics, són els sectors de les indústries amb més inversió en innovació.

D'altra banda, cal destacar que el sector de les indústries tèxtils, de cuir i calçat representa un 53,27% del total de la despesa en innovació d'aquest sector en concret a Espanya. Altres sectors de la indústria catalana amb un alt percentatge de contribució al total de l'Estat espanyol són la indústria de productes farmacèutics (46,21%) i les indústries químiques (40,11%).

Pel que fa a la intensitat de la innovació, els sectors de la indústria amb més intensitat d'innovació també són coincidents entre ambdós territoris. Tant a Catalunya com a Espanya, les indústries que presenten més intensitat d'innovació són la de fabricació de productes informàtics, electrònics i òptics (amb un percentatge superior al 7%) i la indústria de productes farmacèutics.

Taula 9. Despesa i intensitat d'innovació a la indústria de Catalunya i Espanya per sectors econòmics. Any 2019.
Font: elaboració pròpia

Sectors econòmics	CATALUNYA		ESPANYA	
	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)
Fabricació de productes informàtics, electrònics i òptics	54.519	7,3	247.453	7,7
Fabricació d'altres productes minerals no metàl·lics	17.697	1,6	177.731	1,9
Fabricació de maquinària i equips NCAA	141.897	4,3	437.670	3,1
Fabricació de materials i equips elèctrics	64.564	2,0	286.256	2,2
Fabricació de productes de cautxú i matèries plàstiques	68.475	2,5	326.542	2,5
Fabricació de vehicles de motor i altres materials de transport	1.028.159	5,6	2.910.377	3,6
Indústria manufacturera	2.873.947	3,2	8.377.400	2,6
Indústries de la fusta, del paper i de les arts gràfiques	91.472	2,6	291.172	2,5
Indústries de productes alimentaris, begudes i tabac	327.661	1,4	930.841	1,3
Indústries extractives, energia, aigua i residus	25.540	1,4	690.341	0,5
Indústries manufactureres diverses, reparació i instal·lació de maquinària	63.669	4,1	227.075	3,5

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Sectors econòmics	CATALUNYA		ESPANYA	
	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)
Indústries químiques	215.274	1,6	536.658	1,7
Indústries tèxtils, de cuir i calçat. Confecció de peces de vestir	101.412	2,5	190.368	2,7
Metallúrgia i productes metàl·lics, excepte maquinària i equips	88.529	1,5	493.761	1,4
Productes farmacèutics	610.618	6,3	1.321.496	6,2
TOTAL INDÚSTRIA	2.899.487	3,1	9.067.741	1,4

Despesa en innovació del sector de serveis

El sector de serveis amb una major inversió en innovació a Catalunya és el sector de la informació i comunicació (0,5 M€). De la resta de sectors de serveis, els que presenten més inversió en innovació són el sector d'activitats professionals, científiques i tècniques i el d'activitats financeres i d'assegurances. A Espanya, tot i coincidir en els dos primers sectors de serveis, la tercera posició la guanya el sector de serveis d'R+D.

D'altra banda, el sector de serveis amb la intensitat d'innovació més alta és el de serveis d'R+D, tant a Catalunya com a Espanya, amb més d'un 80% d'intensitat. Altres sectors de serveis amb un percentatge alt d'intensitat d'innovació són el sector d'activitats professionals, científiques i tècniques, i el de programació consultoria i altres serveis informàtics.

Taula 10. Despesa i intensitat d'innovació al sector de serveis de Catalunya i Espanya. Any 2019. Font: elaboració pròpia

Sectors econòmics	CATALUNYA		ESPANYA	
	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)	Despesa en innovació (€)	Intensitat d'innovació (%)
Comerç	410.633,90	0,91	1.338.141,00	0,7
Transports i emmagatzematge	54.367,90	0,93	461.149,00	1,32
Hostaleria	20.107,40	1,32	92.991,00	1,4
Informació i comunicació	574.985,00	11,89	3.038.031,00	5,26
Programació, consultoria informàtics i altres serveis	326.826,10	12,2	1.608.415,00	6,8
Activitats financeres i d'assegurances	550.787,50	1,33	1.528.841,00	1,19
Activitats professionals, científiques i tècniques	568.987,80	13,36	2.903.565,00	9,16
Serveis d'R+D	314.727,80	85,45	1.923.559,00	84,82
Activitats immobiliàries, administratives i serveis auxiliars	39.600,40	1,2	196.019,00	0,83
Activitats sanitàries i de serveis socials	57.819,60	1,86	209.281,00	2
Activitats artístiques, recreatives i d'entreteniment, educació i altres serveis	13.607,50	0,73	73.738,00	0,48
TOTAL SERVEIS	2.290.897,00	2,44	9.841.757,00	1,97

4.4. Sector químic

Segons el darrer informe de FEIQUE,¹¹¹ la indústria química continua sent un dels més grans i més consolidats sectors industrials d'Espanya, en representar el 6,1% del PIB i el 5,8% de població activa assalariada del sector privat.

Amb una xifra de negocis a nivell estatal de 89.866 M€ el 2022, dels quals el 74,4% es van facturar en mercats exteriors (fins als 66.882 M€), el sector químic és ja el principal exportador de l'economia espanyola i el primer inversor industrial a R+D+I.

Un dels principals trets d'aquest sector i clau de la seva competitivitat rau en la seva capacitat innovadora. De fet, la indústria química lídica a nivell estatal la inversió en R+D+I industrial, àrea a la qual destina 1.721 M€ anuals amb un 26,7% de la inversió en R+D+I interna del total de la indústria i amb una intensitat innovadora del 10,1% de VAAB. També encapçala la contractació d'investigadors i investigadores del sector privat amb un 21,4% sobre el total de la indústria, cosa que representa que 1 de cada 5 són contractats per la indústria química.

A Catalunya, el sector químic consisteix el segon sector manufacturer més gran de l'economia catalana. Es tracta d'un sector potent, desenvolupat i internacional.

Segons les dades de l'informe d'ACCIÓ,¹¹² el sector genera 21.596 M€ de facturació, cosa que representa el 12,5% del PIB total de Catalunya i la consolida com la comunitat autònoma líder de l'Estat espanyol, amb el 36,8% de la facturació total del sector químic. Les dades de l'any 2022 mostren que el sector químic català compta amb 1.985 empreses, un 25,7 € sobre el total d'empreses químiques i genera més de 61.000 llocs de treball.

A Catalunya hi ha tres grans pols químics que es dediquen a diferents àrees de la indústria i ofereixen serveis a empreses químiques: Tarragona, dedicada principalment a la producció de productes químics bàsics, petroquímics i polímers; el Vallès, centrat en la producció de productes químics especialitzats; i Barcelona, que a més de ser la seu i les oficines comercials de moltes empreses, és on es troben plantes de producció de productes químics intermedis. Amb més de 1.500 empreses, els tres pols químics de Catalunya aglutinen el 80% de les empreses, 87% de la facturació i 81% dels llocs de treball.

A més, el sector químic català és atractiu per a la inversió estrangera. Entre 2018 i 2022, 32 empreses catalanes han materialitzat 39 projectes d'inversió estrangera directa (IED) per un valor de 654 M€ generant 1.262 llocs de treball. La internacionalització del sector també es reflecteix pel fet que representa el primer sector exportador de l'economia a Catalunya. L'any 2022, els exportadors regulars van representar el 44% del total d'empreses exportadores de productes químics a Catalunya (i el 39% del total d'empreses exportadores regulars químiques de l'Estat espanyol).

Pel que fa a l'R+D, el sector químic compta amb coneguts grups de recerca aplicada i bàsica els quals enfoquen la seva recerca principalment en tres àmbits: el de la transformació verda (reciclatge químic, energies netes, tecnologies de l'aigua), l'àmbit industrial (química verda, catàlisi i biocatàlisi, materials sostenibles) i l'àmbit digital (supercomputació, tecnologies immersives).

Alguns exemples de resultats de la recerca del sector químic català serien el desenvolupament per part d'Astrea de materials d'un catalitzador basat en nanopartícules d'or capaç d'eliminar contaminants tòxics per preservar la qualitat de l'aire i la transformació de residus orgànics en bioplàstics Polyhydroxycanoat de VEnvirotech.

¹¹¹ FEIQUE (2023).

¹¹² ACCIÓ (2023c).

4.5. Sector de l'automoció

A Catalunya el sector de l'automoció és el tercer sector industrial amb més de 14.730 M€ de facturació, una xifra que representa el 6,5% del PIB de Catalunya.¹¹³ Aquesta indústria dona feina a 36.655 persones en 365 empreses dedicades a la fabricació d'automòbils (concretament OEM i Tiers 1, 2 i 3), una xifra que representa el 22,1% del total d'empreses del sector a l'Estat espanyol.

Catalunya compta amb empreses de tota la cadena de valor de l'automoció i un ecosistema de suport de la indústria format per empreses d'enginyeria i serveis, centres de tecnologia i R+D, clústers, entitats de suport i universitats i centres de formació per tal de desenvolupar tecnologies i materials per al vehicle del futur i per a diferents opcions de mobilitat.

Entre 2018 i 2022, s'han registrat 25 projectes d'IED amb una inversió de capital total superior als 2.341 M€ i que ha creat 4.661 llocs de treball. Aquestes xifres situen Catalunya com la primera regió dins l'Estat espanyol i consolida Catalunya com la tercera destinació europea en inversió de capital del sector de l'automoció.

Així doncs, Catalunya constitueix un dels centres d'enginyeria i R+D més grans d'Europa en el sector de l'automoció. Com a exemple per mostrar tot això trobem el projecte d'inversió desenvolupat l'any 2021 per l'empresa SEAT. L'empresa va obrir un centre de disseny i proves de bateries a Martorell, el primer de Volkswagen al sud d'Europa, amb una plantilla de 25 treballadors especialitzats en R+D. El projecte va suposar una inversió de més de 7 M€ per provar els diferents models de bateries per a cotxes elèctrics i híbrids.

4.6. Sector TIC

Les dades més recents del sector TIC a Catalunya elaborades per CTECNO¹¹⁴ mostren com el 2021 es va assolir la xifra de 16.889 empreses. La informació disponible del tercer trimestre de 2022 mostra que hi ha 120.800 empleats al sector TIC a Catalunya, fet que reflecteix de nou una tendència a l'alça un cop superat el rebot natural que va experimentar el sector després de la fase més aguda de la pandèmia.

Amb un volum de facturació total de 20.903 M€ l'any 2019, que suposava el 8,31% del PIB de Catalunya, la tendència permet projectar que el sector es troba actualment per sobre dels 23.000 M€ i que té un pes cada cop més rellevant al PIB del país, situat entre el 9,5% i el 10%.

El Baròmetre de CTECNO no disposa de dades sobre la inversió en recerca i desenvolupament tecnològic del sector TIC però sí que mostra els principals àmbits d'especialitat tecnològica de les empreses. Aquesta especialitat tecnològica ens deixa intuir quines apostes realitzen les empreses (tan proveïdores de tecnologia com demandants de tecnologia) sobre tecnologia ja existents al mercat sobre la qual es realitzen serveis o el desenvolupament i ús de tecnologia innovadora.

Amb una mostra de 517 empreses d'oferta tecnològica a Catalunya s'observa que l'àmbit de servei d'aquestes empreses es centra principalment en el desenvolupament/manteniment de programari i els serveis tècnics i de telecomunicacions mentre que l'oferta de serveis als voltants de tecnologies innovadores com ara la cadena de blocs, la realitat augmentada i l'economia de l'espai és escassa.

Aquesta oferta de serveis tecnològics es configura a partir de la demanda que fa el teixit empresarial general. El Baròmetre CTECNO enquesta també el teixit empresarial (un total de 728 empreses) i identifica les àrees d'especialització dels departaments TIC de les empreses ubicades a Catalunya i demandants de serveis externs. Les dades mostren que les àrees d'especialització més rellevants per a les empreses demanda són informàtica distribuïda i computació en el núvol, ciberseguretat, big data i analítica, educació/

¹¹³ ACCIÓ (2023b).

¹¹⁴ CTECNO (2022).

e-learning, i xarxes socials. Mentre que tecnologies més innovadores com la realitat augmentada, cadena de blocs o l'economia de l'espai són les menys esteses.

D'aquest informe es conclou que el sector TIC a Catalunya, malgrat el creixement en grandària i xifra de negoci, encara té un recorregut important a fer pel que fa a la inversió en desenvolupament de tecnologia i solucions més innovadores i avançades. Aquesta aposta ha de venir donada no només per l'oferta que puguin fer les empreses proveïdores, sinó també perquè el teixit empresarial demandi noves solucions més enllà de les existents actualment en el mercat.

4.7. Sector salut

L'informe anual de la Bioregió de Catalunya¹¹⁵ conjuntament elaborat de la mà de les associacions empresarials Farmaindustria, Fenin i CataloniaBio & HealthTech, fa un repàs de la competitivitat de la indústria de la salut a Catalunya en el seu context estatal. Per això hi inclou com a indicador clau la inversió en activitats d'R+D.

D'una banda, la inversió en R+D biofarmacèutica a Catalunya ha crescut un estimat del 8% el 2021, sumant gairebé 372 M€, prop del 30% del total de la inversió espanyola que, alhora, ha aconseguit una xifra rècord amb 1.267 M€. D'aquesta xifra destaca el 43,5% dedicat a projectes de recerca amb hospitals, universitats i centres sanitaris (inversió extramurs) que exemplifica la important col·laboració públicoprivada en aquest àmbit.

També cal esmentar el 60% que Catalunya i Espanya destina a R+D clínica, en gran part a fases I i II, amb un paper cada cop més rellevant d'assaigs clínics en malalties minoritàries.

Pel que fa a les tecnologies mèdiques a Catalunya (que concentra el 35% del sector espanyol) destaca l'aposta decidida del 70% de les empreses que afirmen invertir en R+D per millorar els seus productes i serveis. En concret, un 53% inverteix fins a un màxim del 20% en R+D i un 13% entre un 30% i un 60%.

5. Principals resultats de la recerca i innovació empresarial catalana

5.1. Propietat industrial i patents

Per a poder analitzar el resultat de la inversió en recerca i desenvolupament que es duu a terme a Catalunya es prenen les patents com a primer indicador. Una patent atorga drets exclusius d'explotació d'una invenció (ja sigui fabricar com comercialitzar).

Segons les dades provinents de l'Oficina Espanyola de Patents i Marques (OEPM),¹¹⁶ l'any 2021 Catalunya es van presentar un total de 692 sol·licituds de registre de patents, de les quals 659 van ser del sector privat (95,23%). Aquesta xifra representa el 22,91% de totes les patents privades de l'Estat espanyol i està per sobre la mitjana de la resta de comunitats autònomes, que se situa en el 19,3%.

De les 3 vies disponibles per sol·licitar patents, la via europea és la més emprada pel sector privat català. L'any 2021 més de la meitat de les sol·licituds de patents (un 51,29%) van ser a través d'aquesta via, que va suposar un creixement del 27,55% respecte l'any 2020. Aquest creixement de sol·licituds de patents del

¹¹⁵ Biocat (2023).

¹¹⁶ <https://consultas2.oepm.es/ipstat/> [Consulta: abril 2023].

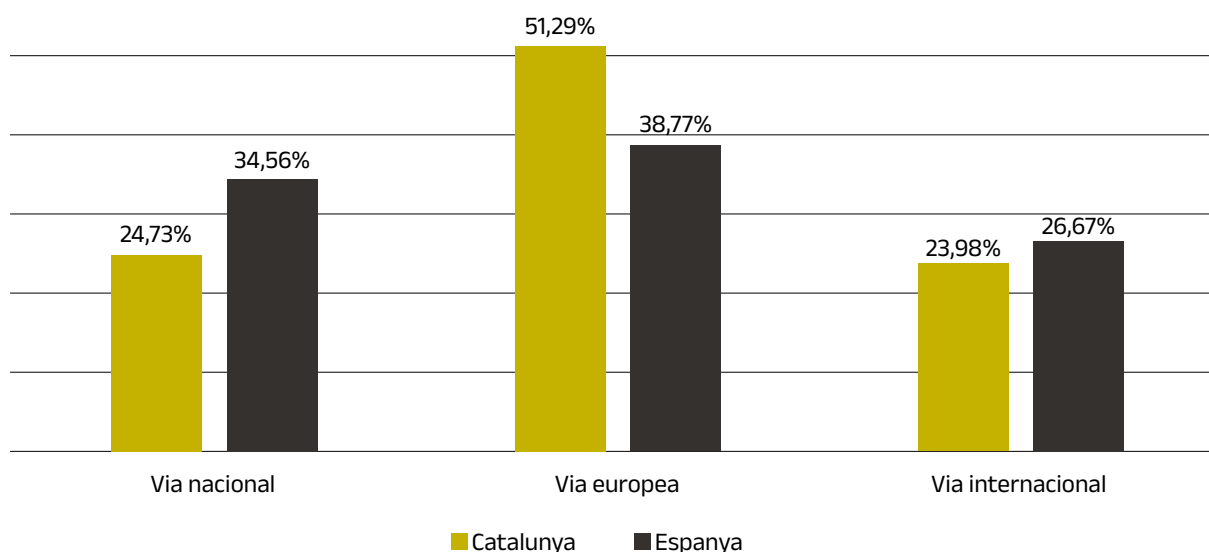
Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

sector privat català per via europea és molt superior al que mostra l'Estat espanyol (un 5,89% més que l'any 2020). La via internacional per presentar patents també va créixer respecte l'any 2020 però en menor mesura (un 7,48%). En canvi, la via nacional es troba en decreixement amb un 6,86% menys de sol·licituds respecte a l'any anterior.

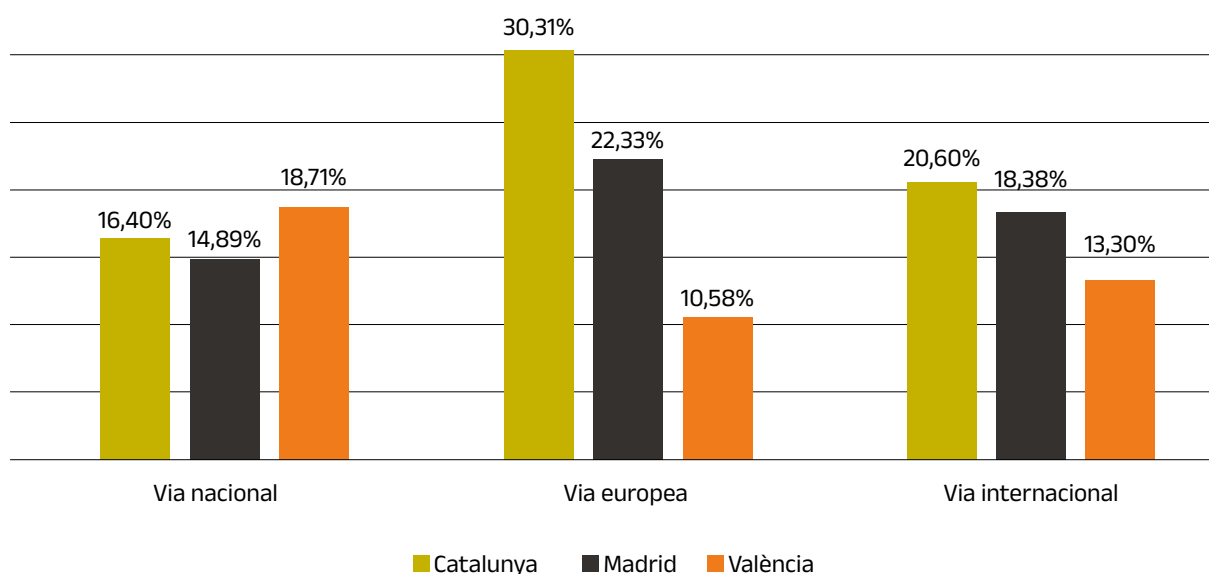
D'altra banda, la via nacional i internacional a Catalunya es troben més igualades amb un 24,73% i un 23,98% respectivament. Aquesta distribució difereix de la que es produeix a la resta de l'Estat espanyol on hi ha un percentatge més alt de patents que es registren a nivell nacional (un 34,56%) i lleugerament més alt de registres a nivell internacional (un 26,67%).

Gràfic 14. Sol·licituds de patents per tipus de via. Any 2021. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'OEPM



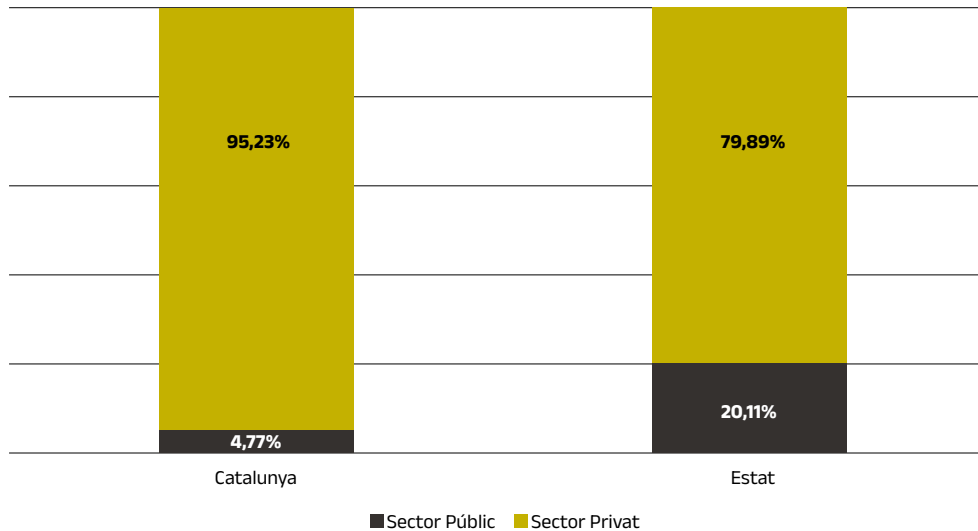
Comparant les dades de sol·licituds de patents presentades pel sector privat amb totes les comunitats autònomes, observem com Catalunya, la Comunitat de Madrid i València són les líders en la presentació de sol·licituds de patents. Per la seva part, Catalunya lidera la via europea (la més utilitzada) amb un 30,31% del total de l'Estat espanyol i la via internacional, amb un 20,60%. En canvi, a la via nacional ocupa la segona posició (un 16,40%), amb 2,31 punts percentuals per sota de València i 1,51 punts percentuals per sobre de Madrid.

Gràfic 15. Comparativa entre comunitats autònomes. Any 2021. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'OEPM



Finalment, al comparar les sol·licituds de patents presentades pel sector públic català (incloent-hi CSIC, universitats i administracions públiques) amb les del sector privat de Catalunya observem com les sol·licituds del sector públic només representen un 4,77% del total de les sol·licituds presentades. A l'Estat espanyol, la tendència és la mateixa però el percentatge no és tan elevat.

Gràfic 16. Sector públic vs. sector privat. Any 2021. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'OEPM



5.2. Startups deep tech

La recent Llei de startups aprovada el desembre del 2022 a l'Estat espanyol defineix clarament les empreses de base tecnològica i les empreses emergents innovadores, totes elles considerades startups.

D'una banda, l'empresa emergent és innovadora quan la finalitat de la qual sigui resoldre un problema o millorar una situació existent mitjançant el desenvolupament de productes, serveis o processos nous o millorats substancialment en comparació amb l'estat de la tècnica i que porti implícit un risc de fracàs tecnològic, industrial o en el propi model de negoci.

I, de l'altra, l'empresa de base tecnològica és aquella l'activitat de la qual requereix la generació o un ús intensiu de coneixement científicotècnic i tecnologies per la generació de nous productes, processos o serveis i per a la canalització de les iniciatives d'investigació, desenvolupament i innovació.

En aquesta secció ens centrarem en les empreses de base tecnològica (també anomenades deep tech) com a principal resultat de recerca i el desenvolupament tecnològic a Catalunya i que és font d'activitat empresarial i econòmica.

La importància creixent d'aquest sector a nivell mundial es mostra amb el creixement de les inversions en startups deep tech¹¹⁷ que s'han quadruplicat entre 2016 i 2020, fins als 62.000 M\$, i el 2025 es podrien superar els 200.000 M\$. Pel que fa a Europa, la inversió l'any 2021 va ser de 19.000 M€, xifra rècord que dobla el que es va invertir el 2020. L'atractiu i rendibilitat d'aquesta tipologia de startups per als inversors (fons de capital o corporatius) és alt ja que la valoració d'aquestes en fases inicials és assequible en comparació amb el potencial de creixement.

L'informe d'ACCIÓ mostra que Catalunya compta amb 291 startups deep tech, que representen el 15,3% del total d'empreses de nova creació. Facturen 124 M€ i ocupen 1.729 treballadors.

¹¹⁷ ACCIÓ (2022a).

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Per tecnologia, les startup deep tech a Catalunya es dediquen principalment el 39,7% a la biotecnologia; el 23,4%, a la intel·ligència artificial; el 8,6%, a la robòtica; i l'11,0%, als materials de frontera. Altres tecnologies sobre les que treballen serien 1,7% al DLT/blockchain; el 4,8%, a les bateries; el 0,7%, als semiconductors; el 5,9%, a la fotònica; el 0,7%, a la quàntica; i el 3,4%, a la supercomputació.

El 42,6% d'aquestes startups estan promogudes per membres de la comunitat universitària i de recerca de Catalunya que basen la seva activitat en l'explotació de nous processos, productes o serveis desenvolupats a partir del coneixement i resultats obtinguts a la universitat o centre de recerca. La resta tenen un origen privat o no directament lligat a l'activitat de recerca i universitària.

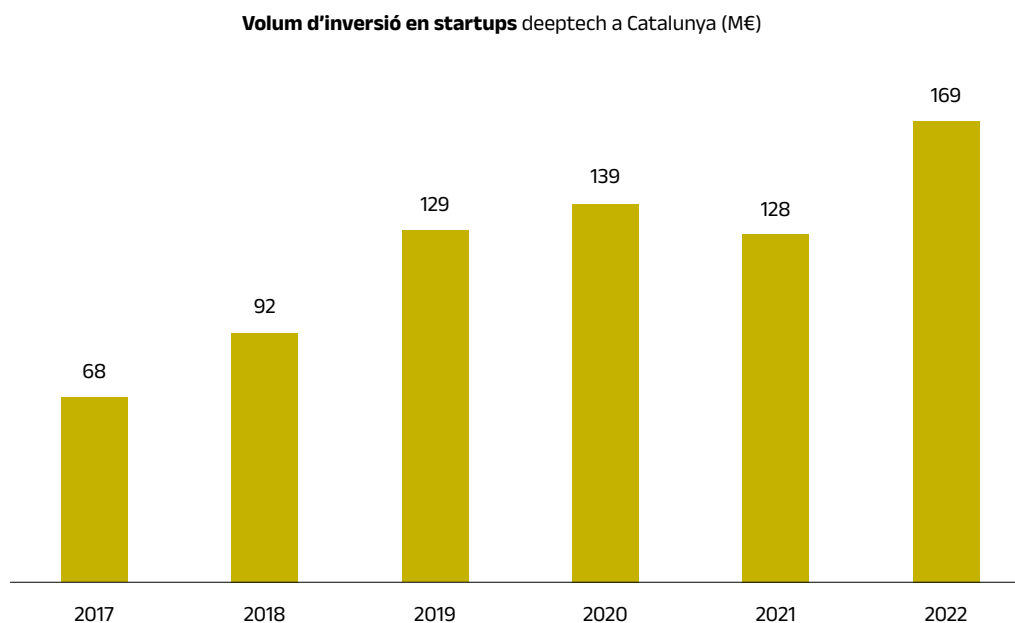
Malgrat que la dimensió del sector deep tech a Catalunya encara és petita, comparat amb altres pols científicotecnològics europeus al Regne Unit, França, Alemanya, Suècia o Suïssa, la captació d'inversió per part d'aquesta tipologia de startups a Catalunya, segueix una tendència similar a la del mercat europeu. L'any 2022 es van captar a Catalunya 169 M€ que representa un 31% més que el 2021.

El darrer informe deep tech de Deal Room¹¹⁸ mostra la potència dels principals pols científicotecnològics europeus a partir de la seva capacitat d'atracció d'inversió privada en startups tecnològiques des d'etapes inicials de desenvolupament fins a fases ja avançades de creixement. Els clústers deep tech més grans a Europa són els del Regne Unit, França, Alemanya i Suècia. Destaca el Regne Unit amb els pols d'Oxford-Culham-Harwell-Abingdon, Cambridge, Bristol, Dundee, Warwick, Southampton, Edimburg, Londres amb un volum global d'inversió de 28,7 milers de milions de dòlars des de 2016 a 2022. D'altra banda, l'informe també destaca els clústers deep tech més focalitzats, ja que concentren el major volum d'inversió en startups deep tech del total d'inversió rebuda (ràtios de més del 30%) com són Suïssa (ETH Zurich, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, EPFL, IDSIA, UZH) i Finlàndia (VTT, Aalto, Oulu, University of Helsinki).

L'Estat espanyol ocupa la vuitena posició en el rànquing de clústers deep tech amb un volum d'inversió total acumulat de 2016 a 2020 de 2,2 milers de milions de dòlars i una concentració del 15% d'inversió en deep tech versus el total d'inversió a l'Estat espanyol. Cal destacar que l'informe fa referència a StartLab i la UPC (incloent-hi l'ICFO) com exemples de clústers deep tech a l'Estat espanyol.

Per a poder tenir la xifra acurada d'inversió a Catalunya en les startups deep tech, hem de tornar a analitzar l'informe d'ACCIÓ on es comptabilitza que, des del 2017 fins al 2022, el volum d'inversió en startups Deep Tech a Catalunya ha estat de 725 M€ amb un creixement del 60% des dels 68 M€ el 2017 fins a 169 M€ el 2022.

Gràfic 17. Volum d'inversió en startups deep tech a Catalunya en milions d'euros. Font: ACCIÓ



¹¹⁸ Dealroom.co (2023).

El 2022 destaquen algunes inversions ja mencionades a apartat 1.c d'aquest informe:

- SPLICE BIO: 50 M€ (companyia ubicada al Parc Científic de la UB centrada en la teràpia gènica basada en una tecnologia creada a la Universitat de Princeton que desenvolupa noves teràpies gèniques per al tractament de malalties genètiques incurables).
- SubMER: de 30 M€ (empresa creada el 2015 per dos joves enginyers de la UPC i dedicada al desenvolupament de solucions sostenibles i d'eficiència energètica per a centrals de dades)
- PepTomy: 26,09 M€ (spin-off del VHIO centrada en el desenvolupament d'una nova generació de pèptids penetrants cel·lulars dirigits a l'oncoproteïna Myc per al tractament del càncer).

Els exemples i dades mostren que el sector de startups deep tech a Catalunya és encara incipient a Catalunya però que malgrat això és un sistema obert al mercat global per l'atracció de capital i d'inversió. La cursa tecnològica, la captació d'inversió i la seva concentració són els principals reptes del ecosistema deep tech a Catalunya per a guanyar dimensió i importància en el mercat europeu i global.

5.3. Exportacions d'alta tecnologia

La inversió continuada en R+D de les empreses contribueix a la seva competitivitat que no només es reflecteix en el mercat nacional, sinó en l'índex d'exportacions a nivell internacional. Tal com ja s'ha mencionat anteriorment les empreses catalanes estan altament internacionalitzades. Les exportacions d'alta tecnologia són aquelles que van directament relacionades amb productes resultat d'un alt nivell d'inversió en R+D. Aquesta dada, doncs, és l'output principal de la inversió de les empreses en R+D.

L'any 2022¹¹⁹ les vendes globals a l'estranger de productes industrials a Catalunya han assolit els 89.740,8 M€, xifra que representa un creixement del 17,7% respecte l'any anterior i representen un 26,14% del total de les exportacions de l'Estat espanyol (343.266,9 M€).

Per categories, les vendes a l'estranger de productes industrials de nivell mitjà alt (les quals inclouen productes químics, materials i equips elèctrics, maquinària i vehicles, i altres) són les que han assolit un major volum (40.530,7 M€), la qual cosa representa un 45,16% del total d'exportacions catalanes. A més, aquesta xifra representa un 31,34% del total d'exportacions de l'Estat espanyol en aquest nivell.

Pel que fa a les exportacions d'alta tecnologia estretament relacionades amb la inversió que fan les empreses en R+D, han arribat fins els 11.575,8 M€ el 2022, és a dir, el 12,9% del total de les exportacions catalanes i el 26,81% de les del conjunt de l'Estat espanyol. El creixement de l'any 2022 ha estat d'un 18,2% respecte l'any anterior, principalment pel creixement dels productes farmacèutics (20,9%), dels productes informàtics, electrònics i òptics (8,3%), i del grup d'altres productes d'alta tecnologia (91,3%).

Les exportacions catalanes de productes industrials de nivell mitjà baix han estat de 13.416,7 M€, un 14,95% sobre el total de les vendes i un 15,76% de les exportacions estatals d'aquest mateix nivell.

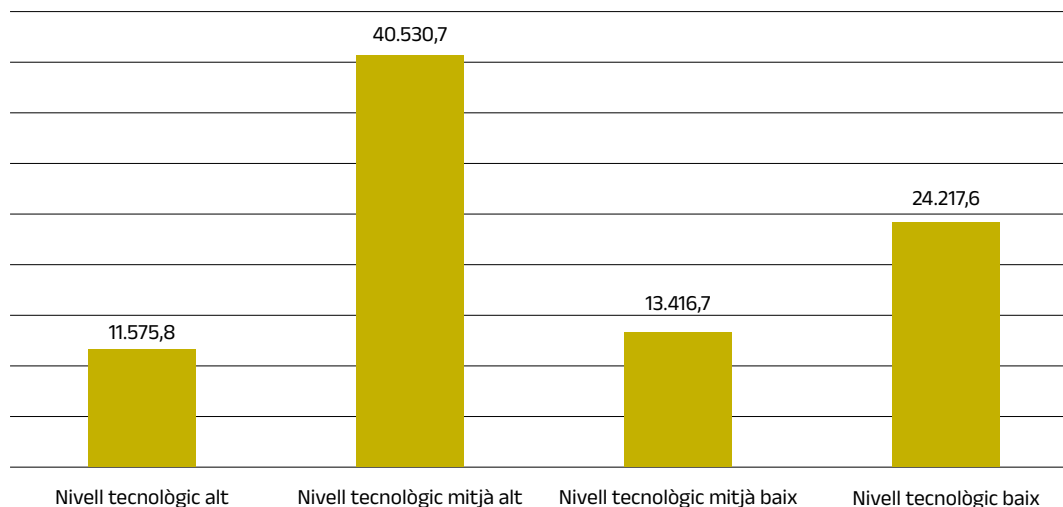
Finalment, les vendes a l'exterior de productes de nivell tecnològic baix, han tingut un valor de 24.217,6 M€ l'any 2022, cosa que representa un 27% del total de les exportacions catalanes i un 28,3% de les estatals en aquest nivell tecnològic.

¹¹⁹ Idescat. *Exportacions d'Alta Tecnologia*: <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=conj&n=10244&tema=inver> [Consulta: setembre 2023]

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

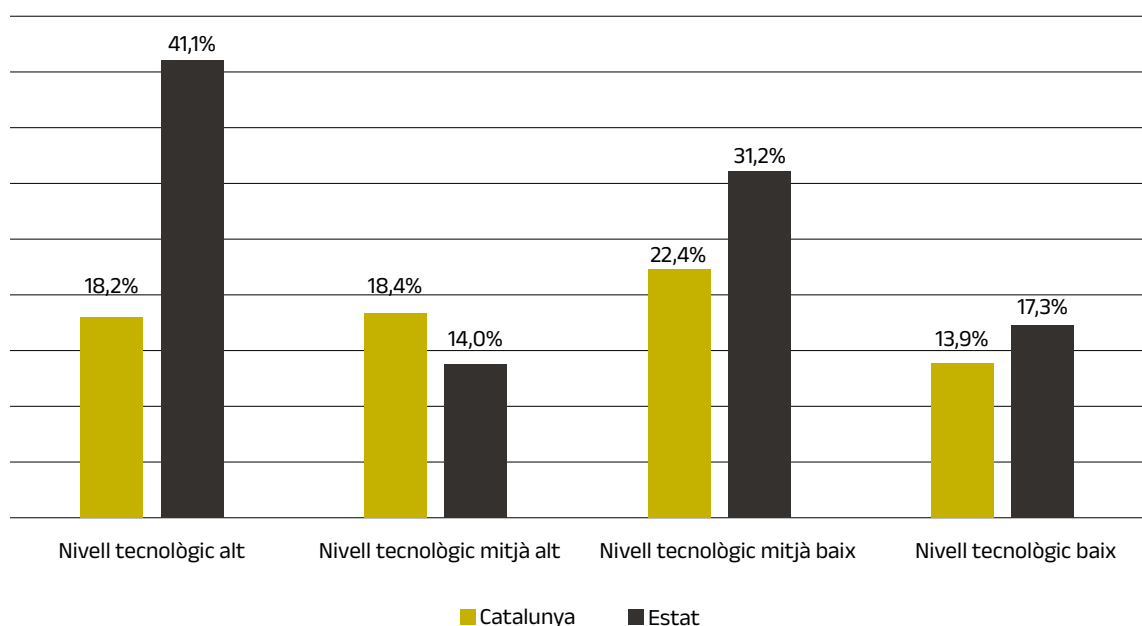
L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Gràfic 18. Exportacions (M€) per contingut tecnològic a Catalunya. Any 2022. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Idescat



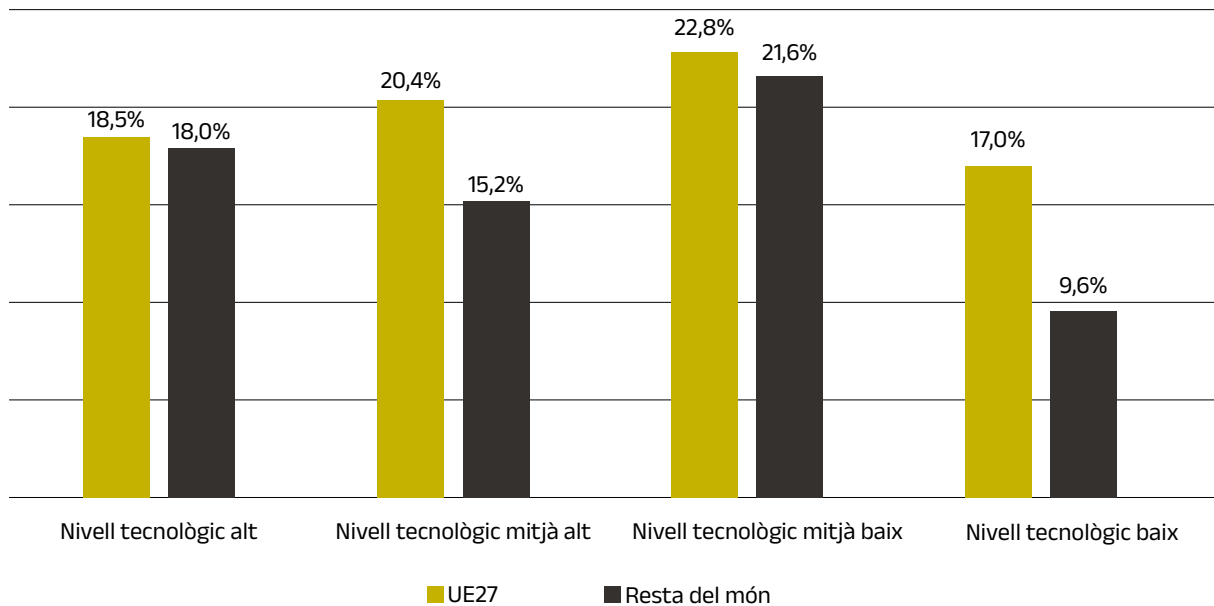
La recuperació del sector exterior a Catalunya el 2022 ha estat significatiu, si bé en general ha estat inferior al creixement del conjunt de l'Estat espanyol, especialment en les exportacions de nivell tecnològic alt, tal com es mostra en el següent gràfic.

Gràfic 19. Comparativa del creixement de les exportacions (%) per contingut tecnològic. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Idescat



La destinació de les exportacions catalanes a la UE i la resta del món ha augmentat de manera similar per a tots els nivells tecnològics de productes. Només es mostren diferències al nivell tecnològic mitjà alt i al nivell tecnològic baix, on el creixement de les vendes a la Unió Europea ha estat una mica més superior que a la resta del món.

Gràfic 20. Creixement de les exportacions (%) per contingut tecnològic i àrees geogràfiques. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Idescat



6. Fórmules d'innovació oberta a les empreses

6.1. Models de col·laboració: partenariats públics, privat i altres

Si mirem enrere comprovem que hi ha una gran diferència en com es relacionava la col·laboració amb la innovació en tan sols deu anys. Avui han deixat de ser dos conceptes separats per esdevenir una realitat cada cop més integrada.

La innovació ha esdevingut progressivament més oberta, les empreses han transitat de laboratoris tancats a adquirir coneixement extern de manera permanent. Aquest coneixement es difon a congressos, conferències, publicacions científiques, etc. en un context totalment internacionalitzat i de lliure accés.

D'altra banda, cada cop hi ha més recursos per innovar i el seu accés és més senzill. La digitalització ha facilitat la innovació col·laborativa entre equips dispersos i/o de diferents entorns i organitzacions amb uns costos molt assumibles. També han crescut molt les infraestructures o serveis que faciliten la innovació, com ara plataformes, acceleradores o incubadores de startups acompanyats d'una irrupció del capital risc que ha assumit un paper clau en les etapes de major risc d'aquesta innovació.

Finalment, també cal destacar el suport creixent dels governs creant instrument de finançament adequats i relaxant el marc normatiu per facilitar la innovació (per facilitar el coneixement col·laboratiu, tot impulsant el treball en xarxa o desenvolupant el talent).

Aquest canvi d'escenari ha propiciat diferents fórmules col·laboratives en innovació que conviuen de manera simultània.

En aquest sentit les empreses que innoven estructuraren la seva activitat a partir de projectes en col·laboració amb els agents de recerca tradicionals (universitats, centres de recerca i tecnològics) que esdevenen socis estratègics en projectes públics finançats o en àmbits tecnològics diferenciats que l'empresa considera clau.

Ara bé la col·laboració també es dona entre empreses, de la mateixa cadena de valor, i fins i tot competidores, per a cobrir necessitats conjuntes que requereixen l'esforç agrupat per a poder mantenir la quota de mercat o per expandir o transformar l'activitat d'un sector tradicional.

Les empreses, alhora, també cerquen potencials socis d'innovació fora del seu sector tradicional a partir de diferents accions com, per exemple, les enfocades a aprofitar la creativitat del públic general a través de reptes, concursos o hackatons.

O també i de manera creixent, a partir de la col·laboració amb empreses emergents externes, que són incubades i que potencialment poden ser integrades posteriorment a l'empresa (corporate venturing-inversió corporativa). Fins i tot les empreses també estan promocionant la creació d'empreses emergents internes per tal de seleccionar aquelles que poden tenir més èxit de mercat (emprenedoria corporativa).

La innovació oberta i totes les seves noves fórmules permeten a l'empresa accedir a un gran volum d'informació o coneixement interns i externs i d'aquesta manera crear un conjunt més gran d'idees i solucions.

Així mateix, el Govern de la Generalitat de Catalunya, mitjançant l'FCRI, convoca des de l'any 2011, el Premi Nacional al Partenariat Públicoprivat en R+I que té com a finalitat reconèixer les iniciatives de foment de la cooperació entre el sector públic i el privat en activitats d'R+I a Catalunya.

Els primers guardonats van ser IBM i Barcelona Supercomputing Center pel supercomputador MareNostrum. Altres exemples de partenariats premiats serien Ricoh i el CIM-UPC pel Ricoh Additive Manufacturing Centre (2019); el Centre de Visió per Computador i Intel Intelligent Systems Lab, pel simulador Carla (2021); o la UPF i CaixaBank, per la iniciativa "Economia en temps real" (2022).

6.2. Inversió privada en startups com a mecanisme d'innovació empresarial

El *Corporate Venturing* es defineix com el marc de col·laboració entre corporacions consolidades i startups innovadores. Comprèn activitats que es mesuren en funció del nivell de relació entre la corporació i la startup: un nivell bàsic de relació com ara hackatons, el llançament de premis sobre reptes corporatius, la figura de client de risc (*venture clients*), a un nivell intermedi de relació on figuren els acords estratègics entre corporacions i startups, les incubadores corporatives o les acceleradores corporatives, i com a nivell més elevat les inversions corporatives en startups fins a les adquisicions globals.

Per a les empreses consolidades la col·laboració amb startups esdevé un mecanisme complementari en la seva activitat d'R+I, que supera la capacitat interna de l'empresa, aporta velocitat per arribar a mercat i reducció del risc (en fer-se de forma externa).

La inversió corporativa en startups (i l'explosió de la resta d'activitats) ha estat creixent els darrers 20 anys. Les dades publicades recentment per la Comissió Europea mostren que dos terços de les 2.500 empreses que més inverteixen en R+D, inverteixen en startups (2019-2020) a través de filials creades per aquesta finalitat. A nivell mundial les dades confirmen un creixement constant de la inversió corporativa en startups de 3,6 bilions de dòlars el 2013 a 14,5 bilions de dòlars el 2019.¹²⁰

L'informe publicat també per la Comissió Europea, dirigit pel Prof. José María Siota de l'IESE,¹²¹ mostra també la continua evolució que estan tenint els mecanismes de col·laboració entre corporacions i startups, i s'observa com les corporacions van adoptant diferents solucions en funció del resultat que volen obtenir. En aquest sentit l'informe preveu un creixement de les inversions corporatives en startups, mentre que es reduiran lleugerament el model de les acceleradores corporatives i les adquisicions de startups.

¹²⁰ European Commission (2023b).

¹²¹ IESE. *Open Innovation Corporate Venturing*. <https://www.iese.edu/entrepreneurship/open-innovation-corporate-venturing-institute/>

L'informe també assenyalava com les universitats i els centres de recerca estan esdevenint també actors en aquesta col·laboració, posant en marxa mecanismes que facilitin la inversió corporativa en spinoffs universitàries en TRL encara baixos i d'alt contingut tecnològic.

A l'Estat espanyol aquesta dinàmica ha anat creixent els darrers anys. Les grans empreses de l'IBEX35 han creat mecanismes d'inversió propis o acceleradores corporatives, com per exemple Telefónica (Wayra), Iberdrola, Santander, BBVA, ACCIONA, ENAGAS, REPSOL entre d'altres (guanyadores de premis a nivell europeu Corporate Startups Star). Però més enllà de les grans empreses també trobem exemples molt interessants a empreses mitjanes o petites com és el cas de Girbau, Cuatrecasas, ASiCs, Roca, Mediapro o Sorigué.

El creixement del sector de les startups a l'Estat espanyol i també el creixent interès de les corporacions en aquesta tipologia d'empreses com a font d'innovació ha propiciat l'aprovació d'una nova llei de startups. Al BOE del 22 de desembre es va publicar la Llei 28/2022, de 21 de desembre, de foment de l'ecosistema de les empreses emergents, a través de la qual es pretén donar un tractament diferenciat a les empreses emergents (o startups) respecte a empreses amb models de negocis convencional. S'inclouen en aquesta llei els avantatges fiscals per a inversors de startups, ja siguin persones físiques com jurídiques. D'aquesta manera es recull la necessitat creixent en el mercat per estimular aquesta inversió.

Quadre 2. Cas d'èxit HIPRA - GoodGut

Amb data setembre de 2021, la companyia farmacèutica HIPRA, empresa farmacèutica biotecnològica enfocada a la prevenció per a la salut animal i humana, va adquirir l'empresa biotecnològica GoodGut dedicada a la investigació i desenvolupament de proves diagnòstiques per a malalties digestives. Amb aquesta operació, HIPRA va reforçar la divisió de salut humana de la companyia, alhora que va suposar una aposta per la prevenció i per oferir a la societat uns productes innovadors desenvolupats per part d'una empresa emergent.

HIPRA compta amb més de 50 anys d'experiència dedicats a la recerca i el desenvolupament de diferents vacunes. Amb un model organitzatiu únic, controla internament tots els processos de la cadena de valor, generant un saber-fer singular i convertint-se en un referent en la investigació, producció i comercialització de biològics. D'altra banda, HIPRA té una sòlida presència internacional, les filials comercials i una xarxa de distribució global, permeten que els productes arribin a clients de més de 100 països, cobrint així els 5 continents.

L'empresa GoodGut, ubicada al Parc Científic i Tecnològic de la Universitat de Girona, va ser fundada per Mariona Serra Pagès, Xavier Aldeguer, Jesús Garcia-Gil i Jaume Amat el 2014 com a spinoff de la Universitat de Girona i de l'Institut de Recerca Biomèdica de Girona Doctor Josep Trueta (IDIBGI). Se centrava en el desenvolupament de solucions tecnològiques basades en la microbiota intestinal que permetin obtenir un diagnòstic precís, fiable i econòmic per al sistema sanitari i millorar la qualitat de vida dels pacients que veuen compromesa la salut digestiva. En set anys des de la seva fundació, la biotecnològica va aconseguir tenir al mercat tres productes de diagnòstic amb presència a més de 79 centres d'Espanya i tres més en fase de desenvolupament.

Des de GoodGut es considera que aquesta operació va culminar l'èxit del seu projecte, en permetre l'expansió mundial dels seus productes de la mà del soci corporatiu idoni: per la seva fortalesa i per la seva proximitat (a pocs quilòmetres entre Amer, on es troba la seu d'Hipra, i Girona). D'altra banda, l'adquisició també va suposar un èxit per al sector biotecnològic, en què són poques les startups que aconsegueixen expandir i consolidar el seu projecte a través de fusions o adquisicions, i per tant, és un indicador de la maduresa de l'ecosistema emprendedor a Catalunya.

El talent i el saber-fer de GoodGut sumats a l'experiència i la capacitat d'HIPRA permetran desenvolupar, produir i comercialitzar proves diagnòstiques innovadores per detectar malalties de l'aparell digestiu com el càncer colorectal, el primer en termes d'incidència i mortalitat a Espanya i el tercer del món. També permetran detectar altres malalties inflamatòries intestinals com ara la malaltia de Crohn, la colitis ulcerosa o la síndrome de l'intestí irritable, una afecció que triga entre 1 i 5 anys a detectar-se.

L'acord va permetre a GoodGut mantenir la seva estructura actual després d'incorporar-se a HIPRA i, d'altra banda, ha estat una gran oportunitat per a continuar desenvolupant la investigació biomèdica per millorar la qualitat de vida dels pacients que pateixen malalties digestives.

Font: UdG

Quadre 3. Cas d'èxit: MEDIAPRO - Visyon

MediaPro, grup audiovisual de referència, també aposta per la innovació i fa un pas decisiu en el desenvolupament de noves tecnologies tot incorporant-hi Visyon, startup especialitzada en realitat immersiva, una aliança que reforça el lideratge de Mediapro en la producció de continguts audiovisuals immersius.

Amb aquesta incorporació el grup audiovisual és capaç d'oferir serveis audiovisuals molt més avançats tecnològicament integrant la realitat immersiva com un dels seus pilars d'innovació. Aquest camí es va iniciar pel Departament d'Innovació de Mediapro l'any 2018 i culmina amb aquesta operació corporativa que completa la seva capacitat a partir de la tecnologia de Visyon.

Visyon va ser fundada l'any 2012, i ha estat pionera en solucions de tecnologia immersiva com la Realitat Virtual (VR), Realitat Augmentada (AR) i Realitat Mixta (MR). L'empresa compta amb més de 70 professionals, la majoria a Barcelona, i disposa també d'oficines a Madrid, Londres i Dubai.

Des de la seva creació, Visyon ha desenvolupat més de 400 projectes que l'ha posicionat com a empresa de referència en el camp de la realitat estesa (XR). Ha treballat en diversos sectors com ara la indústria, l'esport i l'entreteniment, retail, educació, indústria i salut.

6.3. Contractació empresarial a agents de l'ecosistema de recerca a Catalunya

Tal com hem mencionat anteriorment, les empreses que innoven structuren part de la seva activitat a partir de projectes en col·laboració amb els agents de recerca tradicionals (universitats, centres de recerca i tecnològics) que esdevenen socis estratègics en projectes públics finançats o en àmbits tecnològics diferenciats que l'empresa considera clau. Aquests projectes acostumen a situar-se en fases inicials de la cadena de valor de la innovació industrial.

Si analitzem la recerca més lluny de mercat trobem els contractes i convenis amb les universitats,¹²² que el 2021 han suposat a Catalunya un volum de 37,8 M€ i, d'altra banda, els contractes amb els centres de recerca, que han estat per valor de 268,6 M€. Aquests són convenis o contractes destinats a desenvolupar projectes de recerca aplicada entre l'empresa i l'agent. Aquesta xifra tan elevada de contractació privada als centres de recerca està protagonitzada pels centres de recerca sanitària vinculats a hospitals va ser de 141,37 M€, tal com figura a la taula 3 del capítol 2 d'aquest informe.

Comparant les dades respecte el 2020 s'observa un creixement de l'activitat del 33%, sobretot en relació amb els centres de recerca on es produeix un creixement en el volum de contractació de més de 100 M€.

¹²² Base de dades UNEIX (recursos no competitiu provinents de les empreses captats per universitats i centres de recerca). Generalitat de Catalunya.

Taula 11. Dades de contractació privada a les universitats i centres de recerca de Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir de dades UNEIX

	2020	2021
Universitats públiques	41.242.051 €	37.829.082 €
Centres de recerca	163.980.376 €	268.604.950 €
TOTAL	205.222.427 €	306.434.031 €

Pel que fa a projectes de recerca aplicada i desenvolupament en col·laboració amb centres tecnològics, a Catalunya els centres Eurecat i Leitat el 2021 van estar contractats per empreses per un volum de 14,8 M€ i 23,2 M€ respectivament.¹²³ Aquests centres cobreixen un ampli ventall de tecnologies i àmbits d'especialitat d'acord amb les necessitats del teixit empresarial i industrial de Catalunya.

Tal com es desprèn de les xifres la composició d'aquesta contractació està protagonitzada pels centres de recerca, on es concentra major volum de contractació, mentre que la contractació al conjunt d'universitats públiques catalanes i als centres Eurecat i Leitat és equivalent i representa un 14% del volum global contractat als centres de recerca.

7. Internacionalització de l'R+D empresarial

7.1. Les empreses catalanes en la cursa de l'R+D internacional

L'edició 2022 del marc de treball del quadre d'indicadors de la inversió industrial en R+D de la UE¹²⁴ informa sobre les 2.500 empreses que han invertit les quantitats més grans en R+D a tot el món al llarg del 2021. L'informe explica com l'any 2021 la inversió global en R+D privada s'ha recuperat de manera significativa (augment del 14,8% en comparació a l'any 2020), superant per primer cop el bilió d'euros (1.093,9 bilions) i superant els nivells previs a la crisi de la pandèmia.

De les 2.500 principals empreses, s'hi inclouen 361 empreses amb seu a la UE, que representen el 17,6% de la inversió total en R+D, 822 empreses nord-americanes (40,2%), 678 empreses xineses (17,9%), 233 empreses japoneses (10,4%) i 406 de la resta del món (13,9%). El grup de la resta del món comprèn empreses del Regne Unit (91), Taiwan (80), Corea del Sud (53), Suïssa (54) i empreses amb seu a d'altres 21 països.

Així doncs, es pot observar com l'any 2021 es va intensificar la cursa de l'R+D internacional, amb les empreses de la UE mostrant una recuperació, les empreses nord-americanes i xineses continuant augmentant de manera significativa les seves inversions en R+D, i les empreses japoneses quedant enrere. Si ens fixem amb les empreses de la UE, aquestes mantenen el lideratge global en R+D de l'automoció i destaquen en altres sectors com ara l'aeroespacial, la defensa i la indústria química.

D'altra banda, el *Regional Innovation Scoreboard 2023*¹²⁵ recull a escala regional 21 indicadors vinculats a quatre àmbits: les condicions de l'entorn (els recursos humans, el nivell de digitalització o les publicacions científiques), les inversions (el suport financer, la despesa en R+D o l'ús de les TIC), les activitats d'innovació (pimes amb productes o processos innovadors, col·laboració entre empreses o nombre de patents) i l'impacte (nombre de treballadors en activitats intenses de coneixement i empreses innovadores o exportacions d'alt contingut tecnològic). A partir d'aquests indicadors, la Comissió Europea situa les diferents regions

¹²³ Dades cedides per ACCIÓ.

¹²⁴ Comissió Europea (2023b).

¹²⁵ Comissió Europea (2023a).

europnees en quatre categories: líders en innovació, innovadores fortes, innovadores moderades i innovadores emergents. Es considera una regió líder en innovació quan la seva puntuació supera el 125% de la mitjana de la UE (=100%); una regió és innovadora forta si es troba entre el 100% i el 125%, innovadora moderada, entre el 70% i el 100%; i innovadora emergent, per sota del 70% de mitjana de la UE.

Segons les dades publicades al juliol pel *Regional European Innovation Scoreboard 2023*, Catalunya escala al rànquing d'innovació europeu i assoleix la categoria de regió innovadora forta. Aquest informe situa l'índex global de Catalunya en l'àmbit de la innovació en els 105,9 punts, per sobre dels 98,9 punts de la darrera edició del 2021 on es situava com a regió innovadora moderada. A l'informe es destaca especialment el nivell de vendes de productes innovadors per part de les pimes catalanes respecte a la facturació total, l'ocupació en serveis TIC i la formació contínua al llarg del temps laboral.

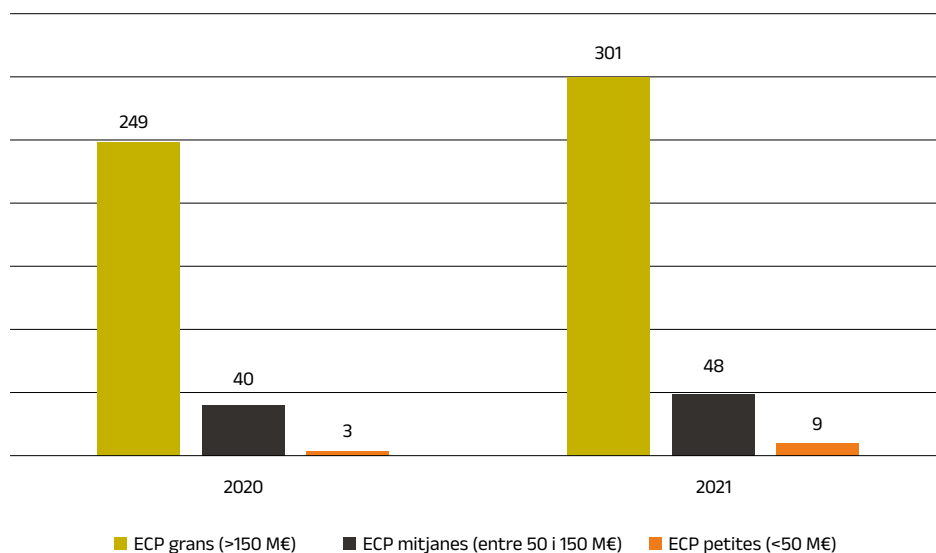
Aquesta nova posició de Catalunya en el rànquing de regions europees, el qual es publica cada dos anys, significa un ascens de 27 posicions, de la 108 a la 81 (d'un total de 239 regions analitzades). Entre els 20 territoris europeus que més creixen, Catalunya és la quarta regió amb major progressió. La reactivació de l'economia després de la COVID-19 amb l'augment de la inversió privada (ja descrita a la secció 2 d'aquest capítol) i l'arribada dels fons europeus Next Generation EU destinats a promoure la recerca i la innovació són claus per entendre aquesta escalada.

7.2. Principals fons d'inversió internacionals de l'ecosistema deep tech

Des de l'any 2016, l'Estat espanyol ha estat un destí creixent de la inversió del capital privat internacional. Els operadors de capital internacionals han identificat el mercat espanyol atractiu per l'oferta d'un alt nombre d'empreses mitjanes en gran part innovadores, d'una dimensió encara petita en relació a la dimensió europea, sumat al número creixent de startups tecnològiques i altres factors.

El darrer informe de l'Associació Espanyola de Capital, Creixement i Inversió¹²⁶ (que analitza anualment l'evolució de la inversió privada i de capital risc a l'Estat espanyol) mostra que el 2021 va ser un any molt dinàmic tant en inversió privada així com en nombre d'entitats de capital privat internacionals amb activitat al mercat espanyol. El 2011 hi havien al mercat espanyol 77 entitats internacionals operant, mentre que el 2021 han estat 358, de les quals 67 mai havien realitzat una inversió a l'Estat espanyol abans. El 2021 la inversió total que van dur a terme aquests fons internacionals en empreses a l'Estat espanyol va ser de 6.097,9 M€ (enfrent els 4.701 M€ del 2020) i va representar el 80% del total d'inversió de capital privat a Espanya.

Gràfic 21. Nombre d'entitats internacionals per volum de fons gestionats. Font: ASCRI



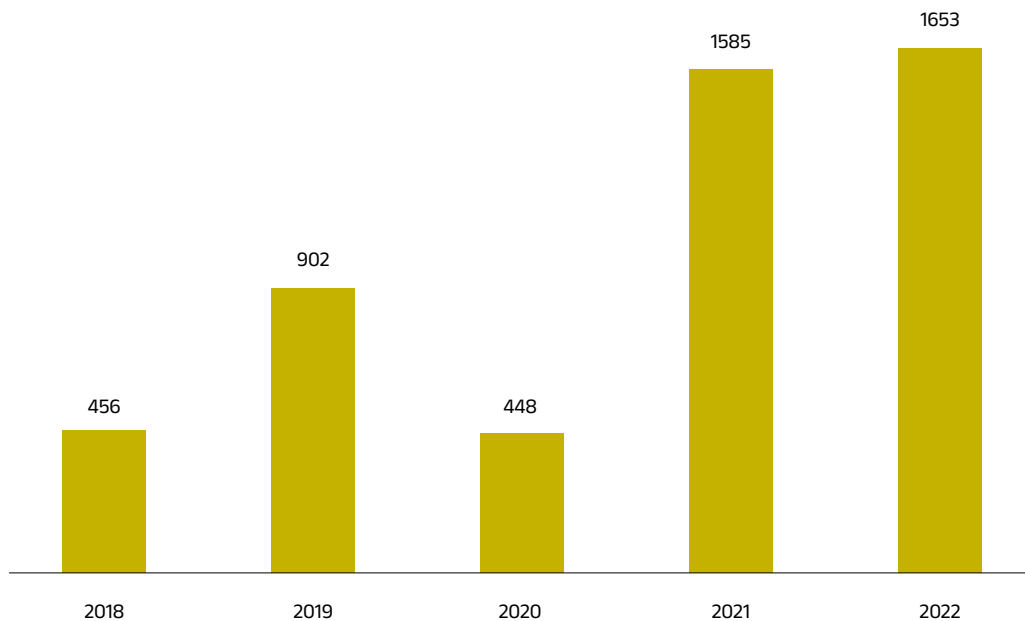
126 ASCRI (2022).

Aquest dinamisme general en l'atracció de fons d'inversió i capital privat internacional a l'Estat espanyol es tradueix en un creixement de l'ecosistema de startups i de les empreses en general que aposten per la transformació gràcies a la tecnologia. D'altra banda, també suposa un efecte palanca per a les gestores locals de capital risc locals ja que veuen multiplicada la seva inversió i rendibilitat gràcies a l'atracció de capital de tercers.

Si ens centrem en els fons de capital risc internacionals, aquests han estat decisius en el creixement del ecosistema d'innovació a l'estat Espanyol. En l'informe d'ASCRI també es mostra com els fons de capital risc van situar la seva aportació a les startups en un màxim històric de 1.670 M€ el 2021, quasi quatre vegades més que el 2020. També va créixer el nombre d'inversions (184 a 84 startups) i el nombre de gestores que van realitzar una inversió a una startup (122 enfront a 98 el 2020). Aquestes dades mostren el creixent interès dels fons per al mercat espanyol, que no només es centra en startups de fases avançades, sinó també en les primeres fases de desenvolupament, atesa la creixent confiança amb l'ecosistema tecnològic i emprenedor.

Aquest clima favorable d'atracció de capital privat a l'Estat espanyol té com a màxim exponent Catalunya, la primera comunitat autònoma en captació d'aquest tipus de fons. El darrer informe produït per ACCIÓ amb base a les dades de DealRoom,¹²⁷ mostra que la inversió captada per les startups catalanes de 2018 a 2022 ha estat de 5.043 M€.

Gràfic 22. Volum d'inversió captat per les startups a Catalunya 2018-2022 (M€). Font: ACCIÓ



L'informe d'ACCIÓ no mostra les dades que permetin identificar el volum d'inversió per part d'operadors internacionals. Seguint però la tendència que es produeix a l'Estat espanyol segons l'informe ASCRI, aquesta estaria al voltant del 80% i arribaria així a 4.034,4 M€.

En el cas de l'àmbit de la salut, l'informe de la BioRegió de Catalunya 2022,¹²⁸ mostra que el 95% del capital risc aixecat a Catalunya compta amb participació internacional. De les 35 operacions identificades el 2022, el 56% (20) ha comptat amb participació internacional i ha sumat gairebé la totalitat del capital risc aixecat (el 95%, amb 326,8 M€).

Al mateix temps d'aquesta atracció de capital privat internacional el 2022 per primer cop, trobem 11 operacions d'inversors 100% internacionals de procedència majoritàriament europea, però també dels Estats Units, el Brasil i Mèxic. Aquest fet resulta un punt d'inflexió en la tendència d'internacionalització

¹²⁷ ACCIÓ (2023a).

¹²⁸ Biocat (2023).

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

de l'ecosistema tecnològic a Catalunya. Cal també afegir-hi el creixement del nombre d'operadors internacionals en aquest sector que en 5 anys s'ha multiplicat per 3, fins a arribar als 117 gestores internacionals de fons el 2022.

Com hem comentat anteriorment, aquest capital internacional comporta un efecte multiplicador per al capital local. En aquest sentit l'informe de la BioRegió de Catalunya 2022 també mostra l'estratègia de col·laboracions i tracció de fons internacionals que fan els principals gestors de capital risc especialitzats establerts a Barcelona (Ysios Capital, CaixaCapital Risc, Alta Life Sciences, Asabys Partners, Invivo Capital, Inveready, CGHealth Ventures i Nina Capital) que han construït una extensa xarxa de connexions amb fons majoritàriament europeus, americans i asiàtics. Fruit d'aquesta col·laboració, i de la mà de reconegudes firmes internacionals com ara Kurma, Idinvest, Gilde Healthcare, Chiesi Ventures, Johnson&Johnson Innovation o Fund+, entre d'altres, s'han aixecat més de 2.100 M€ en 57 rondes d'inversió, 560 M€ dels quals han impactat en companyies catalanes (STAT-Dx, Minoryx Therapeutics, Ona Therapeutics, Aelix, SpliceBio i DeepUII) repartides en 22 operacions.

Aquestes són algunes operacions de referència es mostren en els informes d'ACCIÓ sobre l'ecosistema de startups 2022 i en l'informe de la BioRegió de Catalunya 2022:

- Impress, startup de tecnologia mèdica d'ortodòncia, va tancar el 2022 una ronda sèrie B de 122 M€. Els principals inversors van ser LBO France, Norgine Ventures, Claret Capital Partners i altres empreses digitals de mitjans. Impress ha redissenyat completament la indústria dels alineadors invisibles mitjançant la digitalització de tots els processos i la construcció de clíniques d'ortodòncia híbrides impulsades per la tecnologia.
- Typeform, plataforma SaaS amb seu a Barcelona, va tancar el 2022 una ronda d'inversió sèrie C de 123 M€. L'operació va ser liderada per Sofina i coinvertida per un grup important de *venture capitals*: GP Bullhound, General Atlantic, Index Ventures, Point Nine Capital i Connect Ventures, Top Tier Capital Partners, Teamworthy Ventures i The Trium Group.
- Tapp Water. El seu producte més conegut són els filtres per a l'aigua de l'aixeta. Comercialitzen cartutxos biodegradables i altres sistemes destinats a l'aigua domèstica. El 2022 va aixecar una ronda d'inversió de 67 M€.

Tal com mostren els exemples i les xifres destacades, la inversió internacional a Catalunya creix i afavoreix el creixement d'un ecosistema de startups d'alt nivell científic i tecnològic, multiplica la capacitat d'inversió del capital local i contribueix a la seva dimensió global.

Conclusions i recomanacions

L'informe 2023 ha volgut ser un primer exercici recull de la recerca empresarial a Catalunya. La manca d'estadística oficial pròpia ha dificultat la tasca, tal com es mostra en la nota metodològica d'aquest capítol. Ara bé, l'informe vol esdevenir un instrument d'observació sistemàtica que contribueixi a millorar el recull d'observació d'aquesta activitat a Catalunya.

→ *Es recomanaria poder disposar d'indicadors propis estadístics que puguin mesurar l'R+D empresarial a Catalunya.*

En aquest capítol hem mostrat com l'empresa ha recuperat la seva capacitat d'inversió en R+D assolint quotes similars i fins hi tot superiors a l'època pre pandèmica tant en termes absoluts com en personal dedicat a aquesta activitat fet que ha contribuït a posicionar Catalunya com a regió innovadora forta en el rànquing europeu RIS 2023.

També hem mostrat com l'esforç que fan les empreses a Catalunya en R+D protagonitzen el creixement de la capacitat de recerca global, ja que es situa per sobre l'esforç que realitza el sector públic.

D'altra banda, hem recollit els principals instruments públics de finançament a l'R+D i hem observat que l'esforç inversor de les empreses privades a Catalunya aquestes tenen un suport públic però encara insuficient i poc sistematitzat, tot i la irrupció inicial dels fons NGEU.

→ *Es recomanaria a l'administració poder disposar d'instruments públics de finançament a l'R+D empresarial més quantiosos, sistemàtics i que actuïn de manera coordinada entre administracions.*

En l'informe hem fet molt èmfasi en les startups com a peça clau en la innovació empresarial. Les empreses combinen la innovació tradicional col·laborativa amb centres tecnològics, recerca o les universitats amb la nova innovació que els aporten les startups. Aquesta col·laboració es materialitza en graus més o menys elevat des de projectes pilot fins a operacions de capital o d'adquisició.

→ *Es recomanaria a les empreses tenir en compte les startups com nova forma d'innovació combinada amb la tradicional col·laboració amb agents tecnològics i de recerca.*

D'altra banda, hem destacat sectors com ara la salut, el químic, les TIC o l'automoció altament intensius en inversió en innovació i desenvolupament tecnològic a Catalunya.

I, finalment, cal no oblidar l'alt grau internacional que té aquesta activitat a Catalunya, ja sigui per la seva repercussió en la publicació de patents internacionals, en la captació de fons d'inversió internacionals i el creixement de les exportacions d'alta tecnologia.

→ *Es recomanaria a les empreses no perdre la visió internacional de l'R+D que permet guanyar quotes de mercat global i competitivitat.*

Sigles i acrònims

ACCIÓ: Agència per la Competitivitat de l'Empresa
AGAUR: Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca
AIREF: Autoritat Independent de Responsabilitat Fiscal
ASCRI: Associació Espanyola de Capital, Creixement i Inversió
BDNS: Base de Dades Nacional de Subvencions
Biocat: Bioregió de Catalunya
BOE: Butlletí Oficial de l'Estat
CA: Comunitat Autònoma
CDTI: Centre per al Desenvolupament Tecnològic i la Innovació
CERCA: Centres de Recerca de Catalunya
CSIC: Consell Superior d'Investigacions Científiques
CTECNO: Cercle Tecnològic de Catalunya
DLT: Distributed Ledger Technology
Eurecat: Centre Tecnològic de Catalunya
Eurostat: Oficina Europea d'Estadística
FARMAINDUSTRIA: Associació Nacional Empresarial de la Indústria Farmacèutica
FEDER: Fons Europeu de Desenvolupament Regional
FENIN: Federació Espanyola d'Empreses de Tecnologia Sanitària
ICFO: Institut de Ciències Fotòniques
Idescat: Institut d'Estadística de Catalunya
IED: Inversió Estrangera Directa
INE: Institut Nacional d'Estadística
Leitat: Acondicionamiento Tarrasense, Centre Tecnològic
MRR: Mecanisme de Recuperació i Resiliència
OCDE: Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmics
OEPM: Oficina Espanyola de Patents i Marques
PCT: Patent Cooperation Treaty
PERTE: Projectes estratègics per a la recuperació i transformació econòmica
PIB: Producte Interior Brut
PIMES: Petites i Mitjanes Empreses
PRTR: Pla de recuperació, transformació i resiliència
R+D: Recerca i Desenvolupament
R+D+I: Recerca, Desenvolupament i Innovació
REACT-EU: Recovery assistance for cohesion and the territories of Europe
RIS: Regional Innovation Scoreboard
RIS3CAT: Estratègia per a l'especialització intel·ligent de Catalunya
TECNIO: Desenvolupadors de tecnologia de Catalunya
TIC: Tecnologies de la Informació i la Comunicació
UNEIX: Sistema d'informació interuniversitari
UPC: Universitat Politècnica de Catalunya
VHIO: Vall d'Hebron Institut d'Oncologia

Bibliografia

- ACCIÓ (2022a) *Anàlisi de l'ecosistema de startups deeptech a Catalunya: Píndola Tecnològica*. http://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/pindoles/Deeptech_2022_CAT_Pindola.pdf
- ACCIÓ (2022b) *Baròmetre de la innovació a Catalunya 2021*. <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/informes/2022/ACCIO-barometre-innovacio-a-catalunya-2021.pdf>
- ACCIÓ (2023a) *Anàlisi de l'ecosistema startup a Catalunya 2022*. <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/informes/2023/startup-hub-bcn-cat-22.pdf>
- ACCIÓ (2023b) *El sector de l'automoció a Catalunya: Píndola sectorial*. <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/pindoles/ACCIO-informe-sector-automocio-catalunya.pdf>
- ACCIÓ (2023c) *El Sector químic a Catalunya: Píndola sectorial*. <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/pindoles/ACCIO-el-sector-quimic-a-catalunya.pdf>
- ACCIÓ (2023d) *Programa Horizon 2020 a Catalunya: Participació empresarial*. <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/informes/2023/ACCIO-informe-horizon-2020-catalunya.pdf>
- AGAUR (2022) *Horizon 2020: Catalan participation 2014-2020*. https://agaur.gencat.cat/web/.content/Documents/Internacionalitzacio/Projectes-Europeus-dRDI/Participacio-en-projectes-europeus/H2020-infografia_des21_v2.pdf
- AIREF (2020) *Estudio Beneficios Fiscales. Evaluación del Gasto Público 2019*. https://www.airef.es/wp-content/uploads/2020/10/Docus_Varios_SR/Estudio_Beneficios_Fiscales_Spending_Review.pdf
- ASCRI (2022) *Informe de actividad Venture Capital & Private Equity en España 2022*. <https://spaincap.org/storage/documents/July2023/eI5IAo8OKZ9WFbYiZ11F.pdf>
- Biocat (2023) *Informe de la BioRegió 2022. El sector de les ciències de la vida i la salut a Catalunya*. https://www.biocat.cat/sites/default/files/content/file/2023/05/12/1/publicacions_informe-bioregio-catalunya-2022.pdf
- CDTI (2022) *Memoria anual 2021*. https://www.cdti.es/sites/default/files/2023-05/8906_32322023144429.cleaned_compressed.pdf
- CTECNO (2022) *Barometre del Sector Tecnològic a Catalunya 2022*. https://cerclatecnologic.s3.eu-west-3.amazonaws.com/CTECNO_Barometre_2022_Catala_43c5cf1450.pdf
- Dealroom.co (2023) *The European Deep Tech Report 2023*. <https://bit.ly/3Hd5XV5>
- Eurecat (2022) *Balance social 2021*. https://eurecat.org/wp-content/uploads/2022/10/Balance-social_2021-Eurecat_vf.pdf
- European Commission (2020) *Corporate venturing – Insights for European leaders in government, university and industry*. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/976372>
- European Commission (2023a) *Regional innovation scoreboard 2023*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/regional-innovation-scoreboard_en
- European Commission (2023b) *The 2022 EU industrial R&D investment scoreboard*. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/485748>
- FEIQUE (2023) *adiografía del Sector Químico Español*. <https://www.feique.org/pdfs/radiografiasectorial.pdf>
- Global Entrepreneurship Research Association (2021) *GEM 2020/2021 Global Report*. <https://www.gemconsortium.org/report/gem-20202021-global-report>

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Gobierno de España (2022) *Proyectos Estratégicos para la Recuperación y la Transformación Económica: Avance de ejecución a 18 de diciembre de 2022*. https://planderrecuperacion.gob.es/sites/default/files/2022-12/Ejecucion_PERTE_22122022.pdf

INE (2022) *Estadística sobre actividades en I+D. Año 2021*. <https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=8857>

LEITAT (2022) *Informe corporativo 2022*. https://www.leitat.org/wp-content/uploads/2023/02/CORPORATIVO_2022_CAT.pdf

Ministerio de Ciencia e Innovación (2022) *Informes motivados para deducciones fiscales por I+D e innovación tecnológica, y para bonificaciones en la cotización a la Seguridad Social*. <https://www.ciencia.gob.es/InfoGeneralPortal/documento/45eed03-e039-4cd1-8961-9126bc4dfe7d>

OECD (2015) *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>

Poveda, Carme. (2022) *Cadenes de valor estratègiques a la indústria catalana: anàlisi de dependències i especialització tecnològica*. *Papers de l'Observatori de la Indústria*; 20. https://empresa.gencat.cat/web/.content/19_-_industria/documents/papers_observatori_industria/documents/papers-20.pdf

Nota metodològica

En aquesta nota metodològica es pretén explicar l'origen de les dades dels anàlisis realitzats així com les limitacions que ens hem trobat en els diferents apartats:

Inversió empresarial en R+D

A l'apartat 2.1. d'aquest capítol s'analitza la inversió del sector empresarial en R+D l'any 2021. Per fer-ho s'extreuen les dades de l'estadística de dades en R+D de l'Institut Nacional d'Estadística, concretament els resultats basats en empresa estadística. Aquesta estadística divideix la despesa en R+D en 4 àmbits: l'administració pública, l'educació superior, les empreses i les institucions privades sense ànim de lucre. Per tal d'analitzar la inversió empresarial en R+D, ens centrem amb les dades referents a l'àmbit de les empreses.

D'altra banda, quan es fa la comparativa entre els sectors públic i privat cal destacar que el sector públic inclou els àmbits de l'administració pública i l'educació superior i el sector privat, el de les empreses i les institucions privades sense ànim de lucre.

Pel que fa a les dades europees, aquestes s'extreuen de l'indicador de despesa interior bruta en R+D a nivell nacional i regional de la base de dades d'Eurostat.

Per fer el càlcul de la contribució de la despesa empresarial en R+D sobre el PIB, s'utilitzen les dades sobre el Producte Interior Brut disponibles a la comptabilitat regional d'Espanya (revisió estadística 2019) de l'Institut Nacional d'Estadística.

Pel que fa a les dades europees de la contribució de la despesa empresarial en R+D sobre el PIB, aquestes es troben disponibles a la pàgina web de l'Eurostat.

Recursos humans en R+D empresarial

L'apartat 3 d'aquest capítol ha extret les dades referents a l'ocupació en R+D de l'any 2021 de la mateixa estadística de dades en R+D de l'Institut Nacional d'Estadística, també els resultats basats en empresa estadística.

En aquesta apartat no s'ha pogut tractar les dades del total de personal del sector empresa de Catalunya per gèneres i per aquest motiu només s'ha pogut analitzar la variable de sexe pel que fa al nombre d'investigadors i investigadores. Així mateix, tampoc hi havia disponibilitat de dades per fer l'anàlisi de l'ocupació per franges d'edat ja que només hi havia dades disponibles a nivell de l'Estat espanyol, sense el desglossament per comunitats autònomes.

Anàlisi sectorial de la innovació a Catalunya

L'apartat 4.3. d'aquest capítol pretenia fer una anàlisi inicial sobre la despesa en innovació abans d'iniciar l'anàlisi per sectors econòmics.

Les dades de la despesa en innovació a l'Estat espanyol són recollides per l'Institut Nacional d'Estadística (INE) a partir de l'*Enquesta sobre Innovació a les Empreses*. Aquesta enquesta té com a principal objectiu oferir informació directa sobre el procés d'innovació empresarial. A l'Enquesta d'Innovació, corresponent a l'any 2018, es produeix una ruptura de la sèrie a causa del canvi metodològic de la nova versió del Manual d'Oslo. Per aquest motiu, les dades disponibles no són comparables amb les publicades en anys anteriors.

Les últimes dades disponibles de la despesa en innovació són de l'any 2020, i com queda lluny de l'abast temporal d'aquest capítol (2022) no s'hi ha inclòs l'anàlisi.

D'altra banda, a l'anàlisi sectorial, les últimes dades disponibles sobre la despesa en innovació per sectors econòmics són les publicades per l'INE l'any 2021. Malauradament, només hi ha publicades les dades a nivell de tot l'Estat espanyol i no hi ha disponible les dades desglossades per comunitats autònomes.

Capítol 3. La recerca i el teixit productiu

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Per tal de poder analitzar les dades sobre la despesa en innovació per sectors econòmics, s'han utilitzat les dades disponibles als *Papers de l'Observatori de la indústria* núm. 20: "Cadenes de valor estratègiques a la indústria catalana: anàlisi de dependències i especialització tecnològica". Aquest extreu les seves dades de l'*Enquesta sobre Innovació a les Empreses* corresponent a l'any 2019 elaborada per l'INE i ampliada a Catalunya per l'Idescat.

Finalment, ens hauria agradat també incloure-hi una anàlisi per mida de l'empresa per poder valorar si és un factor significatiu perquè aquesta inverteixi en R+D però les últimes dades disponibles a l'INE eren del 2019 i només es trobaven a nivell estatal, així doncs, no només es tractava de dades poc actualitzades, sinó que tampoc era possible analitzar les dades al nivell territorial d'interès, Catalunya.

Índex de taules, gràfics i quadres

Taules

Taula 1. Grups TECNIO acreditats. Font: ACCIÓ	102
Taula 2. Principals dades dels centres tecnològics i desenvolupadors de tecnologia dels centres de recerca. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Associació TECNIO, Eurecat i Leitat.....	104
Taula 3. Projectes CDTI 2021. Anàlisi sectorial. Font: elaboració pròpia a partir de dades CDTI.....	110
Taula 4. Empreses amb finançament CDTI. Any 2021. Elaboració pròpia a partir de dades CDTI.....	111
Taula 5. Empreses catalanes amb finançament PIME Innovadora. Font: elaboració pròpia a partir de dades Plataforma RIS3-MCAT.....	116
Taula 6. Convocatòries de subvencions finançades pel Next Generation EU. Font: elaboració pròpia a partir de les dades disponibles a dades obertes	117
Taula 7. Finançament captat per empreses catalanes en convocatòries R+D. Font: Base de Dades Nacional de Subvencions (BDNS).....	119
Taula 8. Despesa en innovació i intensitat d'innovació a Catalunya i Espanya. Any 2019. Font: elaboració pròpia.....	124
Taula 9. Despesa i intensitat d'innovació a la indústria de Catalunya i Espanya per sectors econòmics. Any 2019. Font: elaboració pròpia.....	125
Taula 10. Despesa i intensitat d'innovació al sector de serveis de Catalunya i Espanya. Any 2019. Font: elaboració pròpia.....	126
Taula 11. Dades de contractació privada a les universitats i centres de recerca de Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir de dades UNEIX.....	139

Gràfics

Gràfic 1. Nombre d'empreses exportadores regulars i no regulars que exporten 50.000 € o més anualment. Font: Direcció General d'Anàlisi i Prospectiva Econòmica de la Generalitat de Catalunya a partir de dades de l'ICEX.....	101
Gràfic 2. Despesa empresarial en R+D a Catalunya (M€) . Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'INE.....	106
Gràfic 3. Evolució del creixement de la despesa empresarial en R+D. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'INE i Eurostat.....	106
Gràfic 4. Contribució al PIB. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'INE i Eurostat.....	107
Gràfic 5. Ajuts de recerca i innovació empresarial atorgats. Font: elaboració pròpia a partir de dades d'ACCIÓ.....	108
Gràfic 6. Aportació % del PIB, de la despesa interna en R+D i de l'aportació CDTI per comunitat autònoma. Any 2021. Font: elaboració pròpia a partir de dades CDTI.....	110

Gràfic 7. Nombre de projectes R+D finançats pel CDTI a Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir de dades CDTI.....	112
Gràfic 8. Import crèdit fiscal R+D per comunitats autònomes en milions d'euros. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'AIREF.....	114
Gràfic 9. Ajuts H2020. Font: elaboració pròpia a partir de dades de la Plataforma RIS3-MCAT	115
Gràfic 10. Investigadors i investigadores en R+D empresarial per sexe. Font: elaboració pròpia a partir dades de l'INE.....	120
Gràfic 11. Contribució del sector empresarial a l'ocupació en R+D. Font: elaboració pròpia a partir dades de l'INE.....	121
Gràfic 12. Sector públic vs. sector privat. Font: elaboració pròpia a partir dades de l'INE i Eurostat.....	122
Gràfic 13. Despesa en R+D vs. Investigadors i investigadores en R+D. Font: elaboració pròpia da partir dades de l'INE.....	122
Gràfic 14. Sol·licituds de patents per tipus de via. Any 2021. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'OEPM.....	130
Gràfic 15. Comparativa entre comunitats autònomes. Any 2021. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'OEPM.....	130
Gràfic 16. Sector públic vs. sector privat. Any 2021. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'OEPM ..	131
Gràfic 17. Volum d'inversió en startups deep tech a Catalunya en milions d'euros. Font: ACCIÓ.....	132
Gràfic 18. Exportacions (M€) per contingut tecnològic a Catalunya. Any 2022. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Idescat.....	134
Gràfic 19. Comparativa del creixement de les exportacions (%) per contingut tecnològic. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Idescat.....	134
Gràfic 20. Creixement de les exportacions (%) per contingut tecnològic i àrees geogràfiques. Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Idescat.....	135
Gràfic 21. Nombre d'entitats internacionals per volum de fons gestionats. Font: ASCRI.....	140
Gràfic 22. Volum d'inversió captat per les startups a Catalunya 2018-2022 (M€). Font: ACCIÓ.....	141

Quadres

Quadre 1. Doctorats Industrials.....	109
Quadre 2. Cas d'èxit HIPRA - GoodGut	137
Quadre 3. Cas d'èxit: MEDIAPRO - Visyon.....	138



CAPÍTOL 4.

Impacte de la recerca

Paula Adam

Resum executiu

Aquest capítol es divideix en tres parts: la primera persegueix incitar el lector a fer-se preguntes sobre el retorn local, social, global i planetari de la recerca que es fa a Catalunya i proveir les bases per donar-hi resposta a partir d'una descripció de conceptes. Aquesta part també presenta les bases de l'avaluació tradicional de la recerca i els reptes que suposa la introducció del concepte d'impacte en l'avaluació. La segona part presenta les bases i reptes per abordar de manera sòlida preguntes sobre l'avaluació retrospectiva de l'impacte de la recerca a partir dels propòsits d'avaluació que es persegueixin. Es presenten metodologies i estratègies d'avaluació retrospectiva i una selecció de bones pràctiques dutes a terme al nostre país. La tercera part presenta les opcions i reptes per abordar la qüestió de com desenvolupar estratègies i accions que promoguin l'impacte de la recerca que es fa. S'hi presenten opcions de polítiques públiques i una selecció de bones pràctiques. Tant a la segona com a la tercera part, la selecció que s'ha fet de bones pràctiques és per la seva rellevància però en cap cas és una selecció sistemàtica i per tant es possible que hi hagi experiències que no quedin recollides. Al final del capítol hi ha un glossari que pot servir de complement per a les persones interessades.

Quant a les bones pràctiques d'avaluació retrospectiva presentades, destaca l'avaluació d'impacte dels centres CERCA promoguda des de la Institució CERCA, iniciada el 2019 amb una prova pilot i actualment en camí de convertir-se en la primera pràctica sistèmica a Catalunya, en compliment amb el mandat que dicta Pla de Govern d'aquesta legislatura. En diferent escala, hi destaca també l'experiència pionera dels Premis d'Impacte Social del Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili, editada anualment des del 2017. En l'àmbit de la salut, destaca la primerenca experiència de l'antiga Agència d'Avaluació de Tecnologies i Recerca Mèdiques (AATRM) (actualment l'AQuAS), que arrenca el 2009 amb un abordatge innovador sobre l'impacte de les convocatòries d'ajuts a la recerca del Departament de Salut. Posteriorment, a partir del 2017, l'AQuAS defineix un sistema per avaluar l'impacte de les convocatòries del PERIS¹²⁹ (actualment en curs) i els centres de recerca en salut. En recerca agroalimentària destaca l'avaluació duta a terme des de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) fent servir una combinació de mètodes. Com a comentari general dels casos d'avaluacions d'impacte que es presenten en aquest capítol, cal destacar que tots fan referència a recerca aplicada. Això és pel fet que a Catalunya encara no s'ha dut a terme una avaluació sistèmica i rigorosa que permeti aflorar els impactes de tot tipus de ciència. Tanmateix, hi ha nombrosos exemples internacionals que demostren que tota recerca pot tenir impacte, també la recerca bàsica.

D'altra banda, pel que fa a les bones pràctiques d'accions prospectives, l'estratègia RIS3CAT dona un innovador marc de treball, que si bé de moment s'ha aplicat en casos concrets a través de les *agendes compartides*, la seva elevació a canvis sistèmics és un potencial que, sense cap dubte, els ajuts europeus de Next Generation fomentaran. L'avaluació d'impacte de CERCA està promovent el naixement de nous perfils professionals als centres, els "agents d'impacte", entre els quals el LivingLab de l'Institut de la Recerca de la Sida (IrsiCaixa) ha estat pioner, junt amb el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). Hi ha en marxa un ventall ampli d'accions prospectives a diferents nivells que poden ser palanca de canvi, per exemple, les sessions formatives d'AQuAS a la comunitat investigadora beneficiària d'ajuts a la recerca del Departament de Salut, o la definició de noves competències orientades a gestors i decisors de polítiques de recerca, i els nous perfils professionals emergents. D'altra banda, també hi destaca la volada que estan agafant la Coalició per a l'avenç de l'avaluació de la recerca (CoARA)¹³⁰ —fundada a finals del 2022 i que s'està articulant durant el 2023 amb una participació d'institucions catalanes—, un moviment internacional per a la reforma de sistemes d'avaluació de la recerca amb l'objectiu de posar en valor aspectes de la ciència que ajuden a maximitzar l'impacte.

¹²⁹ Pla Estratègic de Recerca i Innovació en Salut (PERIS) del Departament de Salut. Generalitat de Catalunya.

¹³⁰ <https://coara.eu/>

1. Introducció

Aquest capítol introdueix un element nou a la caracterització de la recerca de Catalunya: l'impacte de la recerca en la vida real. En l'anterior edició de *l'Estat de la Ciència a Catalunya* es van caracteritzar els recursos, processos i resultats de la recerca que es feia a les universitats i als centres de recerca, i aquests són actualitzats en aquest nou informe (capítols 1 i 2). Aquest capítol aborda la qüestió de com aquesta recerca impacta en la societat, els sistemes i serveis (públics i privats), les polítiques públiques, les decisions informades i, en últim terme, la societat, el medi ambient, el planeta, la cultura i els valors. Per tant, tot i partir d'una caracterització lineal (productes, processos i resultats), introduir l'impacte es fa des del reconeixement que això vol dir introduir complexitat en l'anàlisi que difícilment es resoldrà amb respostes úniques, numèriques i senzilles. La primera part del capítol presenta les bases conceptuals, definicions, opcions i reptes per a abordar la qüestió de l'impacte de la recerca en la vida real amb mètode i rigor. La segona i tercera part presenten bones pràctiques i experiències d'avaluacions de l'impacte de la recerca dutes a terme a Catalunya, i també bones pràctiques i experiències d'estratègies i accions orientades a fomentar prospectivament més i millor impacte de la recerca. La selecció de bones pràctiques recollides no és exhaustiva —és possible que n'hi hagin que no hi han estat incloses—, però en tot cas mostra clarament que l'impacte de la recerca a Catalunya és una pràctica incipient però també a les portes de ser consolidada i eventualment anirà agafant força fins a convertir-se en una pràctica sistèmica. L'estructura del capítol permetrà en futures edicions seguir posant en valor tant les pràctiques d'avaluació retrospectiva com les estratègies per a promoure l'impacte.

1.1. Antecedents globals sobre l'impacte en polítiques científiques

A nivell global, com, quan i per què neix l'interès per l'impacte de la recerca en la "vida real"? A mesura que els governs, les agències financeres i les organitzacions de recerca atorguen més finançament per a la recerca, també busquen la manera de maximitzar el retorn social, financer i no financer de les inversions en recerca, augmenta l'interès per caracteritzar, examinar i conèixer quin és l'impacte de la recerca que es fa i sobretot la necessitat de poder-ho explicar. Les motivacions són diverses: amb la cultura de la transparència i el retiment de comptes ha augmentat la demanda i aspiracions per mesurar l'impacte de la recerca (més enllà de les publicacions científiques), d'entendre com funciona la ciència i d'optimitzar el seu retorn social, econòmic i planetari va creixent. D'altra banda, la creixent incorporació de l'evidència en el disseny de polítiques públiques ha fet que la política científica també es posi preguntes sobre la seva capacitat transformadora i hi busqui respostes sòlides i basades en "ciència". En tercer lloc, la creixent incorporació del *value for money* ha portat a una necessitat de valoritzar la capacitat transformadora de la recerca en relació a uns recursos invertits. En quart lloc, la creixent tendència avaluar les polítiques públiques des d'una visió d'ecosistema també ha portat a trencar la linealitat de pensament i introduir la complexitat de les interaccions entre ciència i societat a l'hora d'avaluar.

Però quins són els orígens d'aquestes pràctiques? Des de la segona meitat del segle XX, en què la política de recerca, tecnologia i innovació s'ha basat en dos marcs conceptuals diferenciats que han coexistit i dominat el debat contemporani sobre polítiques de recerca i innovació. El primer marc neix amb la institucionalització, al final de la Segona Guerra Mundial, del suport governamental (sobretot dels Estats Units) a la recerca i el desenvolupament amb la presumpció que això contribuiria al creixement econòmic i a corregir les imperfeccions del mercat quant a provisió de nou coneixement.¹³¹ El segon marc neix als anys 1980 amb la globalització i l'èmfasi creixent en la competitivitat, adreçada a través de polítiques nacionals d'innovació per a la creació de coneixement i comercialització. Les polítiques de recerca, tecnologia i innovació passen a ocupar-se de construir enllaços, clústers i xarxes, reforçar i estimular aprenentatges a través

¹³¹ Bush 1945, Kuznets 1973.

d'elements dels sistemes que faciliten l'emprenedoria. Són els sistemes nacionals d'innovació.¹³² En aquest marc emergeix una línia de política científica al voltant del concepte de la Triple Hèlix¹³³ que trenca amb la linearitat del model anterior i apareixen els clústers, intercanvis i els actors múltiples. El nom de "Triple Hèlix" es refereix a la creixent interconnexió entre governs, indústria i universitat. Un exemple emblemàtic d'aquest model és el Silicon Valley d'Estats Units¹³⁴ amb visions contrastades sobre el rol de l'estat en aquests ecosistemes d'innovació.¹³⁵ Aquests marcs no es van reemplaçar en el temps, sinó que han coexistit i fins i tot competit en alguns contextos. Entrat el segle XXI sorgeix un tercer marc conceptual relacionat amb els reptes socials i mediambientals contemporanis com ara els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) que fa una crida per un canvi transformatiu que es diferencia dels dos marcs anteriors. Des de fa una dècada, els governs reconeixen obertament que cal alinear els reptes socials i ambientals amb els objectius d'innovació. El canvi climàtic, la reducció de la desigualtat, la pobresa i la pol·lució s'han transformat en reptes i oportunitats per a les polítiques científiques. Amb iniciatives com el Programa Horitzó 2020 la Comissió Europea espera de la innovació que s'adrecin un nombre seleccionat de reptes socials i mediambientals com la transició a una economia inclusiva i amb baix consum de carbó. El terme "transformació" es refereix al canvi en els sistemes social i tecnològic tal com s'entén en la literatura sobre transicions sostenibles.

El concepte "impacte" com a tal s'introdueix en el debat sobre la recerca de la recerca cap a finals del segle XX, quan es publiquen els primers models conceptuals i les primeres avaluacions amb una sòlida base metodològica,¹³⁶ i les primeres estimacions sòlides del "retorn" econòmic de la recerca.¹³⁷ La introducció d'aquest concepte pren força ja entrat el segle XXI, a mesura que els *practitioners* (o planificadors, agents finançadors i avaluadors) de recerca comencen a buscar respostes pràctiques en relació a l'impacte (mesures o accions concretes com ara revisions dels objectius d'un programa, modificacions de reglaments, revisió de criteris d'avaluació, revisió de sistemes de prioritització, etc.). L'"avaluació de l'impacte de la recerca" és una pràctica fora del debat acadèmic, que neix motivada per finançadors i avaluadors de programes de recerca, sobre com avaluar l'impacte de la recerca per maximitzar el seu retorn.

1.2. La política de recerca de la Comissió Europea

La política científica de la Comissió Europea ha estat un fenomenal impulsor de la cultura de l'impacte arreu, tant de la recerca que ha promocionat directament, com per la seva influència en la política de recerca de les institucions dels països membres. El concepte de *partnerships* dels inicis dels anys 2000 és la gènesi del que després evolucionaria cap al concepte de Recerca i Innovació Responsables (RRI) (Comissió Europea, 2014), amb els cinc pilars d'ètica i integritat, igualtat de gènere, implicació dels actors, accés obert i disseminació i cultura. Des de la definició del programa marc Horitzó 2020 (Parlament Europeu, 2013), la Declaració de Roma (Comissió Europea, 2014) i el Programa *Science for and with Society* la Comissió Europea comença a condicionar els ajuts en recerca a una aplicació o un canvi. Aquesta aproximació queda molt més reforçada a partir del moment que s'introdueix el concepte de "missions" en la política de recerca i innovació,¹³⁸ posteriorment incorporada en el disseny dels ajuts Horitzó Europa, i en les recomanacions de l'OCDE (OECD, 2021). Aquest concepte introdueix la necessitat de posar el propòsit últim de la recerca al centre —aspecte, per cert, molt lligat al pensament sistèmic i les regions d'especialització intel·ligent, entre d'altres. En paral·lel, del 6 principis de l'RRI es va evolucionar cap al concepte de "ciència oberta", que amplia la mirada, i partint en els seus inicis d'un concepte d'accés obert del coneixement arriba a una concepció de ciència molt més interconnectada amb la societat i amb l'èmfasi en la seva capacitat transformadora (UNESCO, 2021; OCDE;¹³⁹ Gallagher, 2020).

132 Lundvall BA 1992, Freeman C 1988, Kline i Rosenberg, 1986.

133 Etzkowitz H, Leydesdorff L, 1997.

134 Kenney, 2000.

135 Mazzucato, 2013.

136 Buxton i Hanney 1996, Hanney et al., 2004, Frank C i Nason E, 2009.

137 Glover et al., 2014.

138 Mazzucato, 2018.

139 OCDE Open Science <https://www.oecd.org/sti/inno/open-science.htm>

1.3. El rol de la recerca en salut en el debat internacional

Un aspecte que destaca arreu és el lideratge de la recerca en salut i la biomedicina en l'impuls, foment i avaluació de l'impacte de la recerca. La recerca en salut té dues particularitats que expliquen perquè ha estat motor en l'àmbit de la "recerca sobre la recerca": d'una banda, és en salut i biomedicina on s'inverteix pràcticament la meitat de tots els recursos en ciència arreu, i, de l'altra, la pressió i aspiració per conèixer com aquesta "inversió" impacta en "salut" és compartida per tots els actors. No és, doncs, casual que molts dels exemples citats més amunt fan referència a l'àmbit de la salut i hagin estat organitzacions públiques, privades i filantròpiques com ara el National Institutes of Health Research (NIHR), UK Cancer Research, Wellcome Trust, els Canadian Institutes of Health Research (CIHR), ZonMw, Novo Nordisk Foundation les que han estat més actives en els avenços en la mesura i promoció de l'impacte. El mateix ha passat a Catalunya, on el Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya, a través de l'AQuAS, va obrir camí amb les primeres avaluacions d'impacte de convocatòries de recerca i la creació de models conceptuals d'impacte relacionats amb convocatòries de recerca pròpies¹⁴⁰ així com la cofundació l'any 2013 a Barcelona de la primera International School on Research Impact Assessment (ISRIA),¹⁴¹ fruit d'una col·laboració d'agents planificadors i finançadors de recerca canadencs, britànics i catalans. D'aquesta iniciativa en van sortir materials didàctics, publicacions (Adam et al., 2018), comunitats de pràctica¹⁴² i grups d'influència que han estat liderant el desenvolupament de les pràctiques avaluatives d'impacte a diferents regions del món.

1.4. Antecedents a Catalunya i marc actual

A Catalunya, l'experiència d'ISRIA va servir per crear la iniciativa anomenada RIACAT¹⁴³ l'any 2018 des de la Direcció General de Recerca de l'aleshores Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya i el Departament de Salut a través de l'AQuAS, amb la participació dels agents planificadors de recerca de Catalunya: l'FCRI, l'AGAUR, l'AQU i la Institució CERCA. El 2019 la Institució CERCA fa el primer pilot d'avaluació d'impacte dels centres CERCA, avaluat per un panel internacional. El Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement (PN@SC)¹⁴⁴ de l'any 2019 defineix un acord de país per impulsar una estratègia compartida entre l'àmbit de l'educació superior, la recerca i la innovació, i l'economia productiva per construir la Catalunya del futur, que posteriorment es materialitzarà en la Llei de la Ciència 9/22.¹⁴⁵ Quant a l'impacte de la recerca, aquesta llei diu:

"[la Llei de la ciència] reconeix la importància de la transmissió dels resultats de la recerca i de la innovació, com a garantia de competitivitat i progrés, i pondera de manera rellevant la mesura del seu impacte. Les polítiques públiques de la Generalitat han d'afavorir que els avenços en el coneixement surtin dels problemes que planteja la societat contemporània i han de facilitar que tornin per a potenciar-ne la millora".

I també diu:

"Per la seva voluntat d'ajudar a la generació de coneixement propi, aplicat a la resolució de problemes socials i ambientals actuals, aquesta llei també pretén ésser un element rellevant en l'estratègia catalana per a assolir els objectius de desenvolupament sostenible de l'Organització de les Nacions Unides".

És a dir, la llei incorpora una clara menció al paper de la recerca en l'assoliment de fites socials, econòmiques, mediambientals i planetàries. La incorporació d'un capítol sobre impacte en aquesta publicació sobre l'estat de la ciència a Catalunya és un important pas en aquesta direcció.

¹⁴⁰ Adam P et al., 2012, Guillamón I et al., 2012, Solans-Domènech M, et al., 2013.

¹⁴¹ ISRIA www.theinternationalschoolonria.com

¹⁴² Impact frameworks and cultural change Conference. <https://impactframeworks.info/>

¹⁴³ RIACAT <https://govern.cat/salaprensa/notes-premsa/306141/govern-destaca-necessitat-didentificar-estrategia-comuna-avaluar-limpacte-recerca-innovacio-catalunya>

¹⁴⁴ Generalitat de Catalunya, 2020.

¹⁴⁵ <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2022/12/21/9>

Actualment, el Pla de Govern de la legislatura actual incorpora un mandat per a la incorporació de l'impacte i l'avaluació d'impacte en el si de la Institució CERCA i els centres que en formen part. Això és un pas endavant sense precedents a Catalunya, i que augura l'obertura d'un nou capítol, no només en el coneixement que tenim de la recerca que es fa al nostre país, sinó també en les preguntes que ens posem a l'hora de planificar, ordenar, prioritzar i avaluar la recerca. A la segona part d'aquest capítol s'explica l'avaluació d'impacte dels centres CERCA en detall.

D'altra banda, el desplegament de la Llei de la Ciència requeria l'aprovació, entre d'altres, d'un marc conceptual d'anàlisi d'impacte de la recerca elaborat pel mateix Departament de Recerca i Universitats que servís de paraigua per a tot l'ecosistema de recerca català. Aquest model d'anàlisi de l'impacte dels resultats de la recerca en la societat, aprovat el gener de 2024, parteix d'una definició d'impacte coherent amb els antecedents catalans, i ofereix un marc aplicable tant a escala micro (per exemple, projectes, investigadors/ investigadores, grups de recerca), com a escala meso (per exemple centres o universitats) o a escala macro (per exemple per disciplines, territoris, etc.) i té la virtut de poder ser utilitzat per a una àmplia varietat de propòsits.

2. Impacte de la recerca

2.1. Què entenem per "impacte de la recerca"?

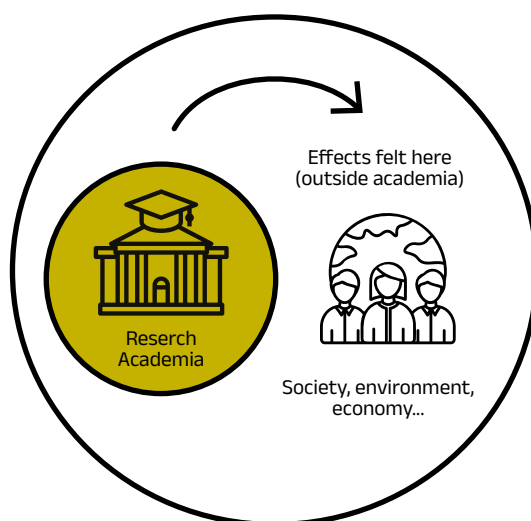
Generalment, quan es parla d'impacte de la recerca es fa referència a evidències quantitatives i/o qualitatives que mostren un progrés o millora en el "món real" derivats del nou coneixement científic generat. Això hi inclou beneficis com millores en l'eficiència, l'efectivitat, el benestar, la participació o implicació, l'accés, els beneficis monetaris, les capacitats, els increments, però també la prevenció o reducció de coses com ara la mortalitat, els residus, el risc, el cost, la inestabilitat laboral, l'estrès, el crim, etc. A nivell internacional, la definició d'impacte de la recerca més utilitzada¹⁴⁶ és la següent:

Figura 1. Definició d'impacte de la recerca

Definició d'impacte de la recerca

"Els probables efectes o beneficis de la recerca en el "món real" (economia, societat, cultura, medi ambient, planeta) tant global com local, va més enllà de l'àmbit acadèmic."

- Bayley J (2023)



¹⁴⁶ Adam et al., 2018, Bayley J, 2023.

Aquesta definició fa referència a tot allò que canvia fora de l'àmbit acadèmic a causa de la generació de nou coneixement científic. És un concepte que està directament lligat als continguts del nou coneixement científic que es genera, i que cal diferenciar del concepte d'impacte de l'activitat econòmica i financera que aquest sector productiu pot generar i que es va analitzar per al cas de les universitats públiques catalanes en el primer informe de *l'Estat de la Ciència*.¹⁴⁷

Els models teòrics d'impacte de la recerca estableixen diversos nivells d'impacte de la recerca entre els quals es distingeixen tres grups:

- *Impacte en les capacitacions*: millora de les capacitats de fer o assolir coses gràcies a la recerca. Fa referència a capacitacions de persones, equips, tecnologies, connexions, institucions, territoris, països, etc.
- *Impacte en la presa de decisions basada en l'evidència*. Aquest impacte es manifesta no només en els canvis en les polítiques públiques o protocols, sinó també en canvis individuals, sovint acompanyats de l'impacte en les capacitacions. Per exemple, un "pacient informat" és una persona que té un problema de salut i que s'ha capacitat a través de conèixer a fons el que la ciència i la pràctica sap sobre la seva malaltia. Això portarà a aquest pacient a prendre decisions individuals basades en l'evidència que coneix.
- *Impacte instrumental*: un canvi en alguna cosa del món real, com ara un servei social, sanitari, educatiu, mobilitat, etc. (sostenibilitat, igualtat, accés, etc.), una millora en salut de les persones i qualitat de vida, impacte socioeconòmic, quasi sempre associat a les conseqüències de la millor capacitat o a la presa de decisions informada (millora de l'efectivitat, l'eficiència, l'estalvi, anys de vida guanyats, qualitat de vida, reducció de mortalitat, reducció de contaminació, etc.), l'impacte en creació d'empreses o innovacions en el sector privat (spin-offs, startups, patents, etc.), l'impacte en el medi ambient i el planeta, l'impacte en la cultura científica i implicació entre ciència i societat, etc.

Els nivells d'impacte variaran segons la tipologia de ciència o segons la unitat d'anàlisi (projectes, equips, carreres científiques, departaments, organitzacions, programes de finançament, etc.). En tots aquests casos, el que sí que no variarà és el concepte intrínsec de "canvi" o "efecte" potencial o real associat a la definició d'impacte. És a dir, l'impacte de la recerca va associat a la qüestió tan senzilla i alhora tan complicada de preguntar-nos: "De què ha servit la recerca que s'ha fet?", "Què ha canviat com a resultat del nou coneixement adquirit?", "El nou coneixement ha facilitat que es facin coses de manera diferent?", "S'han produït noves actituds o comportaments que tenen un impacte en les persones, els sistemes, l'entorn, la cultura i valors o el planeta?".

Aquesta definició d'impacte no inclou l'impacte en l'àmbit acadèmic i, per tant, no hi inclou conceptes com ara la divulgació, l'interès acadèmic, la reputació, les citacions o atenció rebuda. L'impacte pot aparèixer com a resultat de les troballes científiques (coneixement nou) o com a resultat del procés de fer recerca (per exemple, la pràctica de la recerca pot actuar com a catalitzador d'un canvi, que seria el que s'anomena "recerca en acció"). L'impacte pot aparèixer en qualsevol moment, en qualsevol localització, per diferents vies i fruit de qualsevol tipus de recerca. Malgrat això sovint es tendeix a simplificar, no hi ha una via lineal i automàtica a través de la qual la recerca porta impactes. Tampoc es consideren impacte de la recerca les accions de divulgació i implicació amb el públic no acadèmic, llevat que aquesta activitat sigui avaluada i s'estableixi que, efectivament, ha contribuït a un canvi o un efecte en activitats, actituds, presa de consciència i adopció per a la presa de decisions per part de l'audiència no acadèmica. Malgrat que la "implicació", o *engagement* en anglès, no és condició per assolir impacte, sí que és un prerrequisit per tal que la recerca tingui impacte, i, per tant, sovint es fa servir com indicador de potencial impacte en el futur.

¹⁴⁷ FCRI, 2022.

2.2. Què inclou la definició d'impacte?

Per descriure l'impacte, és important identificar i incorporar els següents aspectes:

- Referència directa als continguts de la investigació
- Naturalesa de l'impacte i marc temporal
- Referència al context
- Referència a una aplicació
- Referència a interaccions amb actors clau o *stakeholders*
- Referència a beneficiaris

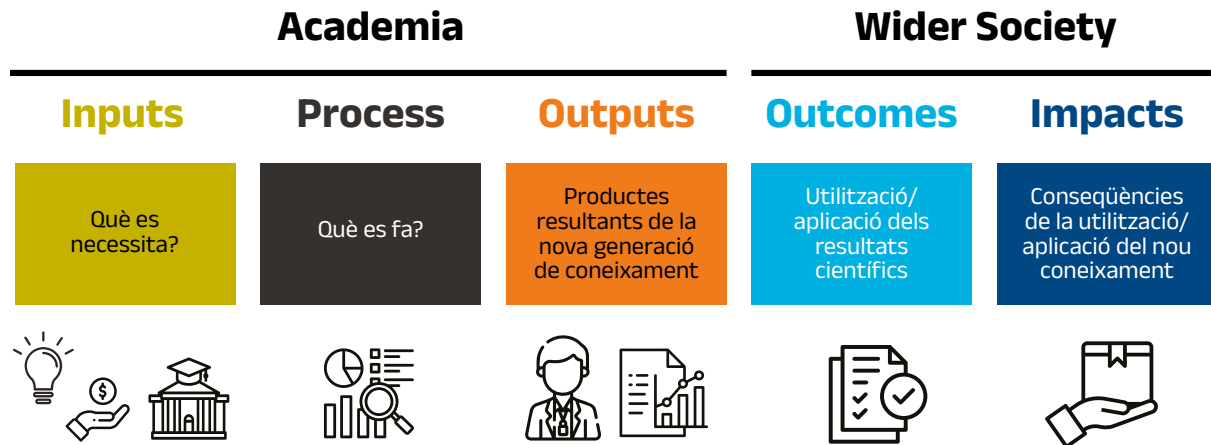
De manera transversal, es pot dir que no hi ha impacte si no hi ha una "implicació", interacció o *engagement* entre el món acadèmic o científic i el món no acadèmic. El terme anglès *engagement* és, doncs, una de les claus per entendre el concepte d'impacte. En aquesta publicació traduïm aquest terme per "implicació" tot i sabent que el terme anglès és més il·lustrador del sentit que volem donar a la definició d'impacte. Això no vol dir que tota activitat acadèmica que hagi involucrat algú tipus d'"implicació amb o dels" actors no acadèmics hagi de tenir un impacte. Però sí que vol dir que molt probablement qualsevol canvi o efecte que pugui haver originat una troballa científica en la nostra societat o planeta haurà vingut donat per algun tipus d'implicació en l'àmbit no acadèmic.

Què vol dir, doncs, *engagement* o "implicació" tal com es considera en aquest capítol? Es refereix a la connexió activa amb audiències no acadèmiques per tal de donar forma, compartir o utilitzar els resultats de la recerca (vegeu el Glossari al final d'aquest capítol). Algunes d'aquestes audiències no acadèmiques poden ser els professionals, el públic general, els planificadors, les associacions o qualsevol altre grup que pugui beneficiar-se dels resultats científics. "Implicació" és un prerrequisit per a impacte i per tant recollir evidència sobre accions de "implicació" amb actors no acadèmics pot ser considerat com un indicador primerenc de potencial impacte en el futur.

2.3. Què és el "camí d'impacte" o *impact pathway*?

El procés de generació de coneixement, ja sigui en les universitats, els centres de recerca o en qualsevol altre entorn de la societat del coneixement requereix un temps. Suposant que la recerca segueix un procés lineal hi ha uns *inputs* o recursos que es destinen a la recerca (recursos humans o recursos econòmics), hi ha uns *throughputs* o processos a través del qual es produeix la recerca (projectes, xarxes, assaigs clínics, etc.) i uns *outputs* (articles científics, patents, etc.) que serien les unitats que recullen el nou coneixement generat. Aquestes tres fases del procés es considera que estan encabits en l'àmbit acadèmic. Els capítols 1 i 2 descriuen amb dades aquestes tres fases del procés de generació de coneixement a les universitats i als centres de recerca de Catalunya. Certament, els *outputs* són la base sobre la que es construeix tot el concepte d'impacte ja que és en els *outputs* on trobem la unitat de mesura del nou coneixement generat, sense el qual no hi hauria impacte. De manera molt simplificada es pot considerar que el camí per arribar a l'impacte, doncs, es construeix a partir d'aquest procés i el que descriu és el recorregut fora de l'àmbit acadèmic fins arribar al canvi, efecte o influència. En aquest sentit, els *outcomes*, els entorns no acadèmics on es produeix la presa de consciència del nou coneixement, l'ús o l'adopció del coneixement nou fora de l'àmbit científic, i finalment l'impacte serien les conseqüències d'aquesta adopció o ús (veg. figura 2).

Figura 2. "Camí d'impacte" o impact pathway

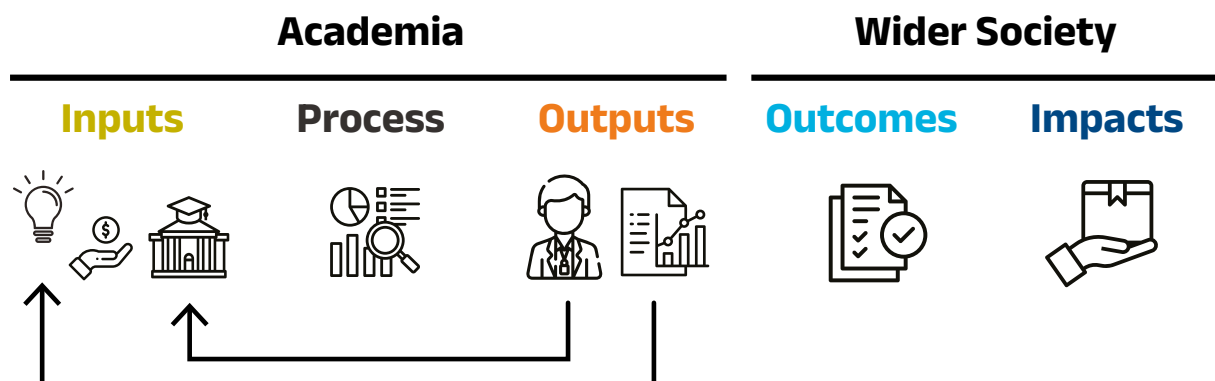


Aquesta aproximació lineal és útil per a caracteritzar l'impacte de la recerca. A la vida real, els sistemes de coneixement i de presa de decisió, tant acadèmica com no acadèmica, són més complexes i, per tant, la "linearitat" del camí d'impacte es va posant en qüestió, igual com la frontera entre entorn acadèmic i no acadèmic. En un entorn de ciència oberta, com el que promou la Comissió Europea o la UNESCO (UNESCO, 2021) es van desdibuixant els conceptes d'emissor i beneficiari del coneixement i la unidireccionalitat implícita en aquest concepte. Tanmateix, de cara a l'anàlisi, avaluació i promoció de l'impacte de la recerca el concepte de camí d'impacte és una eina útil que permet destil·lar cada pas del procés des dels recursos utilitzats, els processos efectuats, els resultats obtinguts, la disseminació feta, l'explotació, la comunicació i els *outcomes* o resultats secundaris. Si bé la linealitat és una assumptió per simplificar, la *causalitat* sí que es considera necessària en aquest camí d'impacte. Ja sigui a través d'evidències d'atribucions directes, o evidències de contribucions més indirectes. La definició de camí d'impacte de la Comissió Europea dels projectes finançats en els seus programes marcs és molt semblant: "passos lògics cap a l'assoliment d'impactes esperats d'un projecte al llarg del temps, més enllà de la durada d'un projecte". En el cas de la Comissió Europea, tanmateix, impacte sol incorporar també l'impacte científic o en l'avenç en el coneixement.

2.4. Avaluació tradicional de la recerca

L'avaluació tradicional i predominant de la recerca a les universitats, els centres de recerca, els projectes, els programes, les xarxes, les carreres científiques, els premis, etc., s'ha basat en la mesura d'indicadors del procés acadèmic de generació de coneixement (figura 3). És a dir, per exemple, la decisió sobre dotació de més recursos (inputs) tradicionalment s'ha basat en indicadors de processos o indicadors d'outputs. Tot i reconèixer la importància de l'impacte, aquesta dimensió normalment no s'ha incorporat en la majoria d'avaluacions. Com es veurà més endavant, l'avaluació de l'impacte de la recerca intenta la complexa tasca d'incorporar la resta de passos del camí d'impacte —principalment quan es pot verificar la contribució de la recerca en les dades de canvis en el món real. Quan no es disposa d'evidència sobre l'impacte, es fa servir evidència de la interrelació o *implicació* amb els actors com una aproximació de l'impacte potencial.

Figura 3. Avaluació tradicional de la recerca



Quadre 1. Necessitats no cobertes pel sistema tradicional d'avaluació de la recerca

Els moviments internacionals per a l'avenç del sistema d'avaluació de la ciència identifiquen una sèrie de necessitats no cobertes del sistema tradicional, a què volen donar resposta:

- **Necessitat de distanciar-se dels usos inapropiats de les mesures d'outputs basades en la revista i les cites.** L'avaluació tradicional dels *outputs* tendeix a premiar la quantitat enlloc de la qualitat dels *outputs*, així com la revista enlloc dels continguts del coneixement generat. D'altra banda, no posa en valor aspectes cada vegada més reconeguts com a facilitadors d'impacte com ara la col·laboració entre investigadors i investigadores, compartir dades o altres formats d'*outputs* que no siguin l'article científic.
- **Necessitat de reflexionar sobre les noves demandes que la societat espera de la recerca.** Cada vegada mes, a l'hora de valorar la contribució científica es posa sobre la taula la necessitat de mesurar la resposta que dona la ciència als grans reptes que afronta globalment i localment el planeta i les nostres societats. La nova política científica de la Comissió Europea s'ha dissenyat al voltant de missions i reptes. Aquest nou disseny de polítiques ha entrat en cascada a la definició de les polítiques nacionals i regionals dels països europeus. D'altra banda, aquesta exigència ja fa dècades que va prenent força en els països anglosaxons no europeus.
- **Necessitat de donar més pes a la qualitat dels outputs de la recerca.** Utilitzar mesures numèriques dels *outputs* tradicionals (l'article científic) té l'avantatge que el procés es pot automatitzar, és un indicador objectiu que fàcilment es pot corroborar, i és molt útil per a grans volums de processos d'avaluació (universitats, grans programes de recerca, etc.). Això ha fet que mesures més qualitatives o maneres de valorar els continguts que recullen aquests *outputs*, o el seu potencial transformador hagin estat menys explorades.
- **Necessitat d'una reflexió profunda sobre com estan evolucionant els processos de recerca.** Conceptes com el de ciència oberta, la transició digital, la col·laboració radical i el valor dels processos iteratius i recursius porten els processos de generació de coneixement en unes dimensions difícilment capturades per processos tradicionals d'avaluació de la ciència. Per tant, la necessitat d'entendre com evoluciona el procés científic porta a incorporar en els processos d'avaluació una diversitat d'*outputs* més gran que la tradicionalment considerada.
- **Necessitat de posar en valor la qualitat dels entorns científics.** Pel que fa l'avaluació d'organitzacions executores de recerca (universitats o centres), també s'ha posat de manifest la necessitat de donar més pes aspectes qualitius com ara l'atractiu o la qualitat de l'entorn en què es fa la recerca com un valor en si mateix. Posar l'èmfasi en com s'organitzen aquestes institucions pot fer emergir necessitats de canvis culturals o sistèmics, amb la cooperació i implicació activa d'agents financers i personal investigador.

2.5. Avenços cap a una revisió de l'avaluació de la recerca

El sistema tradicional d'avaluació està subjecte a un profund debat a nivell internacional que proposa una base crítica per una reforma. L'origen d'aquest rau en el fet que tradicionalment la manera de mesurar els *outputs* no s'ha basat en el seu contingut, sinó en una mesura de la revista on aquests es publiquen, o en el nombre de citacions que aquests reben. Aquesta manera d'avaluar la recerca està en procés de profunda revisió a molts nivells. A nivell internacional, la necessitat de revisió s'ha anat posant de manifest en diferents ocasions, des del Manifest de Leiden,¹⁴⁸ la publicació de la Metric Tide,¹⁴⁹ posteriorment la Declaració de San Francisco (DORA),¹⁵⁰ i recentment la coalició CoARA. Aquesta coalició promou un canvi sistèmic i ha rebut el suport de la Comissió Europea que, per la seva banda, ha anat incorporant canvis en la mateixa línia en les seves convocatòries, programes i polítiques. Malgrat les importants limitacions, la coalició CoARA podria ser la clau de volta per a una revisió sistèmica. Actualment, la carta de compromís CoARA ha estat signat per més de 400 organitzacions europees, de les quals un nombre destacat de Catalunya i d'Espanya. És per això que el 2023 s'ha creat un grup de treball a nivell espanyol.

En general, aquestes crides i posicionaments identifiquen bé les principals mancances del sistema tradicional d'avaluació dels *outputs* de la recerca (veg. quadre 1), però en canvi tenen dificultats per proposar alternatives. En general, els grans reptes no resolts que tenen els arguments a favor d'una reforma del sistema d'avaluació d'*outputs* són: (1) malgrat la necessitat —cada vegada està més reconeguda arreu—, s'han aconseguit progressos només de manera fragmentada; (2) els entorns administratius i legals en què es regeixen els processos d'avaluació científica tenen una autonomia limitada, que fa que sigui difícil la implementació de pilots o canvis massa disruptius; i (3) molts dels canvis que caldria fer només funcionarien si s'acompanyen de canvis culturals i sistèmics molt profunds.

¹⁴⁸ Hicks D et al., 2015.

¹⁴⁹ Wilsdon J et al., 2015.

¹⁵⁰ <https://sfdora.org/read/read-the-declaration-catalan/>

3. Avaluació retrospectiva d'impacte de la recerca. Bones pràctiques

En aquest apartat es presenta una selecció de bones pràctiques d'avaluacions retrospectives d'impacte de la recerca duta a terme a Catalunya. La selecció de bones pràctiques no és exhaustiva, i es pot donar el cas que s'hagin omès pràctiques de valor. El recull es presenta a partir dels propòsits perseguits per les avaluacions (promoció o *advocacy*, anàlisi, retiment de comptes, assignació de recursos), els àmbits (centres, universitats, programes, disciplines o grups) i metodologies emprades.

3.1. Avaluació d'impacte sistèmic dels centres de recerca: construïnt els fonaments d'una sòlida pràctica des de la Institució CERCA

Tal com es defineix a la Llei de la ciència 9/22, CERCA és un ecosistema de 41 centres de recerca d'excel·lència catalans (en un ampli ventall de disciplines científiques) acreditats a través d'un procés d'avaluació periòdica a través de la Institució CERCA. La missió de la Institució CERCA és garantir un desenvolupament adequat dels centres CERCA; afavorir sinèrgies i cooperació estratègica; millorar el posicionament, la visibilitat i l'impacte de la recerca i facilitar la interlocució amb els diferents agents públics i privats. Des del 2018 la Institució CERCA ha assumit el compromís de desenvolupar estratègies orientades a assolir impacte o missions a nivell de centres, així com definir una estratègia global per l'ecosistema de CERCA. Amb aquest objectiu, la Institució CERCA va posar en marxa inicialment amb una prova pilot l'any 2019, i posteriorment amb la creació d'un consell assessor anomenat CERCA Research Impact Assessment Advisory Board (RIAAB) presidit per l'expert internacional David Phipps de Research Impact Canada, que està guiant el procés d'avaluació d'impacte que tindrà lloc durant l'any 2024.

3.1.1. La prova pilot del 2019

La prova pilot del 2019 va consistir en recollir casos d'impacte amb una plantilla en format de "narrativa d'impacte" (veg. quadre 2) similar a la que es fa servir en l'avaluació de la Commonwealth Science and Industry Research Organisation (CSIRO)¹⁵¹ i al Research Excellence Framework (REF) 2014.¹⁵²

151 La Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) és una agència independent del govern federal australià responsable de la investigació científica (se n'exclou biomedicina i ciències de la salut). La seva funció principal és millorar la performance econòmica i social de la indústria en benefici de la societat.

152 El Research Excellence Framework (REF) es el sistema d'avaluació de la qualitat de la recerca en les universitats de Gran Bretanya. Les avaluacions de les anualitats 2014 i 2021 incorporen un bloc d'impacte que s'avalua a través de les "narratives d'impacte".

Quadre 2. Les narratives d'impacte

Les "narratives d'impacte" són una eina d'avaluació que està prenent força entre les pràctiques avaluatives d'impacte. Consta d'una descripció narrativitzada de les contribucions d'una recerca a la "vida real": la salut, la societat, el medi ambient, la cultura, els valors, etc. A la base de la narrativa i ha una llista amb evidència de cada element del "camí d'impacte" i sobretot la demostració amb evidència de la contribució que ha fet la recerca a l'impacte detallat. Les narratives són molt específiques del context i, per tant, difícils de generalitzar.

Una narrativa d'impacte incorpora els següents elements:

- **Referència directa als continguts de la investigació**, al nou coneixement generat —més enllà de l'activitat de fer recerca. També es pot referir als canvis que el procés de generació de continguts pot haver aportat (*research in action*).
- **Naturalesa de l'impacte i marc temporal**. Referència directa a un canvi, o un efecte, potencial o real. Associat a un canvi hi ha una dimensió temporal, un abans i un després, que eventualment es podria abordar a través de metodologies de la Teoria del Canvi.
- **Rellevància del context**: sense la contextualització en l'àmbit no acadèmic aquesta definició d'impacte deixa de tenir sentit. Per àmbit no acadèmic s'entenen tots els àmbits del "món real" com són l'econòmic, el de salut, el social, el medi ambient, el planeta, etc.
- **Referència a una aplicació**: en general l'impacte s'aplica a través d'un producte, d'un servei, d'un instrument, una presa de consciència, d'una presa de decisió individual o col·legiada, d'un protocol, etc.
- **Referència a interaccions i a stakeholders**. Perquè una recerca contribueixi a un canvi o efecte (potencial o real) més enllà del món acadèmic hi ha d'haver una interacció amb actors de fora del sistema (professionals, planificadors, gestors, pacients, associacions, etc.).
- **Referència a un o més beneficiaris directes** del canvi o efecte, ja sigui a nivell individual, comunitari, global, territorial, etc.

Font: Commonwealth Science and Industry Research Organisation (CSIRO) i Research Excellence Framework (REF) 2014-21.

Aquestes narratives es van recollir amb l'objectiu de valorar la preparació que tenien els centres a l'hora d'identificar casos d'impacte. Les narratives van ser avaluades per un panel de 10 experts, un *rapporteur* (el director de CERCA) i un secretari. Entre els 10 experts hi havia 7 homes i 3 dones, amb representació geogràfica variada de països europeus i nord-americans. Els resultats més importants d'aquest pilot no són tant les narratives *per se* sinó més aviat i sobretot les recomanacions individuals que es van fer a cada centre, així com les recomanacions a la institució CERCA de cara als següents passos, entre les quals destaca la necessitat de definir una estratègia que permeti monitoritzar l'impacte dels projectes i accions i anar canviant l'estratègia segons es vagin assolint progressos. També recomana els avantatges de recollir els impactes esperats sempre que no es puguin captar els impactes reals, ja que això pot servir als centres per a construir un *dossier* d'impactes. D'altra banda, el panel també suggereix el següent: "Els centres CERCA haurien de començar a pensar no només a dur a terme recerca d'avantguarda, sinó també a generar impactes valuosos i redactar les corresponents narratives que contribueixin als exercicis institucionals de defensa i rendició de comptes". Els títols d'alguns exemples de les narratives recollides durant aquesta prova pilot es presenten a la taula 1. Cal tenir en compte que en cap dels casos presentats es presenten evidències corroborades d'impactes reals sinó *transformative outcomes* (Molas-Gallart et al., 2021) que s'associen a impactes esperats. Per tant, la recomanació més important del panel va ser la necessitat de crear un consell assessor i conduir una formació transversal per tots els centres de recerca orientada a capacitar un "agent d'impacte" a cada centre, que sigui la persona encarregada de formar i divulgar

internament la cultura de l'impacte, així com identificar casos d'èxit que es puguin presentar a la propera avaluació.

Taula 1. Títols d'algunes de les narratives dels centres CERCA recollides en el pilot del 2019. Font: Institució CERCA

Institut d'Investigació Biomèdica de Bellvitge (IDIBELL)	HPV a history of translational triumph in cancer research: from the etiological recognition to potential HPV disease elimination
Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC)	Mons Observans, the Roman settlement of Can Tacó - Turó d'en Roina. Montmeló - Montornès del Vallès
Institut de Física d'Altes Energies (IFAE)	Fundamental Physics is culture: IFAE contributions to the Quanta exhibition at Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCB)
Institut de Recerca Biomèdica de Lleida (IRBLleida)	"El Bus de Salut", a pioneering project in Lleida for the early diagnosis of cardiovascular diseases
Institut Català de Paleontologia Humana i Evolució Social (IPHES)	Inspiring Heritage, identity and education through Camp dels Ninots archeo-paleontological site research

3.1.2. El CERCA Research Impact Assessment Advisory Board (RIAAB)

Amb l'objectiu últim de posar en marxa un sistema periòdic d'avaluacions d'impacte dels centres CERCA, a la vegada que també capacitar els centres per donar resposta a la creixent incorporació d'elements orientats a l'impacte en les sol·licituds d'ajuts a la recerca de la Comissió Europea, la Institució CERCA ha creat el CERCA Research Impact Assessment Advisory Board (RIAAB) format per experts internacionals en avaluació de l'impacte de la recerca que té l'encàrrec de guiar a la Institució CERCA en les següents passes cap a una avaluació periòdica i sistemàtica. L'objectiu d'aquesta futura avaluació s'ha considerat que ha de ser: 1) l'aprenentatge, no només de la comunitat investigadora sinó també del personal dels centres que ha de guiar l'apoderament i recollida de les dades (narratives d'impacte) per a l'avaluació; i 2) la promoció o *advocacy*, per anar llaurant dins l'ecosistema de recerca català, la percepció de la necessitat de fer esforços conjunts i compartits cap a una recerca que transforma. En aquest sentit, el segon objectiu pren el relleu aspiracional de la iniciativa RIACAT¹⁵³ que es va dur a terme el 2018 i que s'ha descrit a la introducció.

3.1.3. La formació dels "agents d'impacte" i la comunitat de pràctica

Seguint les recomanacions del panel del pilot del 2019 i del CERCA RIAAB, durant el 2022-23 s'ha realitzat una exhaustiva formació a professionals gestors dels centres CERCA amb l'objectiu que es converteixin en els futurs "agents d'impacte" dels seus centres. Tot i essent conscients que en la majoria de casos aquests professionals compaginaran aquesta nova funció als centres amb les altres que ja tenien abans, la idea és que aquests agents d'impacte facin les següents funcions: 1) contribuir a anar creant i disseminant la cultura d'impacte en els centres CERCA; 2) identificar i posar en valor casos d'impacte i accions orientades a l'impacte; 3) ajudar a recollir evidències que corroborin aquests impactes; i 4) identificar casos que es puguin presentar a l'avaluació d'impacte CERCA del 2024.

Les formacions dutes a terme tenen una part de sessions explicatives on es treballen molts exemples, i també tenen una part d'exercicis pràctics que haurà de fer cada agent d'impacte participant. Per tal de facilitar aquests exercicis pràctics, es crearan una o més comunitats de pràctica on els agents d'impacte puguin compartir aprenentatges, experiències, exemples, barreres i facilitadors.

D'aquesta manera, es preveu que a partir del 2024 els centres CERCA de Catalunya tinguin la capacitat i preparació per dur donar resposta a la pregunta sobre la capacitat d'impactar en la societat (*advocacy* i *acclaim*), per afrontar una avaluació sistemàtica amb l'objectiu d'obtenir-ne un aprenentatge mutu (*analysis*) vàlid tant per millorar la planificació interna dels mateixos centres com per a la Institució CERCA, com per a fer un responsable retiment de comptes per part dels planificadors del sistema de recerca (*accountability*).

¹⁵³ <https://govern.cat/salaprensa/notes-premsa/306141/govern-destaca-necessitat-didentificar-estrategia-comuna-avaluar-limpacte-recerca-innovacio-catalunya>

3.2. Retiment de comptes de les vuit universitats públiques: els indicadors dels informes de l'ACUP

Des de l'any 2012, l'Associació Catalana d'Universitats Públiques de Catalunya (ACUP) elabora l'informe *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes* (ACUP, 2011, 2017, 2020a, 2020b). Aquesta publicació, que en la seva darrera edició de l'any 2020 mostrava dades fins al 2018, pretén ser un compendi de les activitats dutes a terme en l'àmbit de la recerca, la transferència de coneixement, les publicacions i la innovació, demostra el compromís de les universitats públiques de Catalunya de retre comptes d'aquestes activitats a la societat per mitjà d'exercicis de transparència. En l'edició del 2020 també s'hi incorpora nova informació sobre les tesis doctorals defensades (mencions internacionals i doctorats industrials), així com paràmetres respecte a l'aportació del sector privat al finançament de la recerca i indicadors de gènere addicionals.

Aquests informes van acompanyats de tres informes que avaluen l'impacte de l'activitat (incloent-hi docència) duta a terme per les vuit universitats públiques catalanes i que, per tant, no pren en consideració la definició d'impacte adoptada en aquest capítol. Aquests informes (ACUP 2011, 2017, 2020) tenen el següent abordatge: 1) l'impacte socioeconòmic derivat de l'activitat duta a terme des de les universitats fent servir una metodologia de taules input-output;¹⁵⁴ 2) el valor social que genera l'activitat que duen a terme les vuit universitats públiques catalanes a partir de la metodologia d'anàlisi anomenada "del valor social integrat",¹⁵⁵ tot explorant la naturalesa i abast del seu compromís social mitjançant els posicionaments institucionals i tot un seguit de programes i iniciatives, com són la formació de ciutadans responsables, la promoció de l'economia, la millora del benestar i la cohesió socials, la sostenibilitat o el combat contra les desigualtats; 3) l'estudi de la repercussió directa i indirecta de l'activitat que les universitats públiques catalanes tenen en la societat i l'economia de Catalunya,¹⁵⁶ mitjançant: a) les principals dades i magnituds del sistema universitari públic de Catalunya en el context europeu, amb l'aportació de dades comparatives amb el conjunt de l'Estat, de la Unió Europea i d'altres països i sistemes universitaris; b) els principals reptes de les universitats catalanes en la nova societat del coneixement i en el context de la construcció de l'Espai Europeu d'Educació Superior i l'Espai Europeu de Recerca; i c) l'anàlisi dels quatre principals impactes de l'activitat universitària a la societat; la formació i el capital humà, la recerca científica, el desenvolupament social i cultural, i la innovació i el progrés econòmic. En aquest informe es presenten experiències en cadascun dels àmbits analitzats per il·lustrar les diverses activitats i serveis de les universitats, així com la seva contribució al desenvolupament i al progrés social.

3.3. Avaluació d'impacte de la recerca en salut: l'avaluació responsable d'AQuAS

L'AQuAS (abans AATRM) és una agència d'avaluació que depèn del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya. La missió d'AQuAS és generar coneixement útil per a la presa de decisions del sistema de salut i la salut de la població. Per tant, és una eina estratègica del Departament de Salut per a incorporar evidència científica en el sistema i les decisions que s'hi prenen. Dins les diverses activitats d'AQuAS, es duu a terme l'avaluació de convocatòries de recerca del Departament de Salut (el PERIS) i l'avaluació de centres de recerca en salut. L'AQuAS desenvolupa avaluacions de la recerca en salut seguint el model SARIS (Sistema d'Avaluació de la Recerca i la Innovació en Salut) (AQUAS, 2018). El desplegament operatiu del SARIS es divideix en tres eixos: el retiment de comptes, l'anàlisi i la promoció i la implicació dels actors. Les unitats d'anàlisi són, d'una banda, les convocatòries de recerca i de l'altra banda els centres/instituts de recerca en salut o biomedicina que reben subvenció pública de la Generalitat. L'avaluació de l'AQuAS va més enllà de

¹⁵⁴ <https://indicadorsuniversitats.cat/impactes-de-activitat-universitaria-a-la-societat/impactes-socioeconomic-2016/>

¹⁵⁵ <https://indicadorsuniversitats.cat/impactes-de-activitat-universitaria-a-la-societat/valor-social-2020/>

¹⁵⁶ <https://indicadorsuniversitats.cat/impactes-de-activitat-universitaria-a-la-societat/impactes-a-la-societat/>

l'avaluació descriptiva o sumatòria: té sobretot una voluntat formativa, d'aprenentatge i de transformació. Se'n diu que és una avaluació responsable ja que incorpora elements claus de la Carta de Roma sobre recerca responsable com ara governança, implicació i accessibilitat, així com possibilitats de canvi i millora durant el desplegament de la recerca, per a un major impacte en la societat. I sobretot, també és una avaluació coresponsable perquè la mateixa agència AQuAS esdevé actor coresponsable de l'impacte de la recerca. Les avaluacions d'AQuAS estan guiades, a més a més, pels estàndards de l'ISRIA statement¹⁵⁷ i les recomanacions del Leiden Manifesto,¹⁵⁸ el Metric Tide,¹⁵⁹ la Declaració DORA¹⁶⁰ o la coalició CoARA.

Per a les avaluacions d'impacte *ex-post* des d'AQuAS s'ha emprat una varietat de mètodes mixtos depenent del propòsit perseguit, ja siguin qualitatius o quantitius, i triangulació de dades que inclouen la revisió de documentació, l'anàlisi bibliomètrica, qüestionaris amb preguntes tancades, qüestionaris amb preguntes obertes, entrevistes semiestructurades a informants clau, anàlisis de contingut, estudis de cas, narratives d'impacte, o revisió per conssemblants.

Quant al retiment de comptes dels centres i instituts de recerca que reben subvenció pública de la Generalitat, l'AQuAS ha desenvolupat un instrument anomenat "Central de Resultats de Recerca en Ciències de la Salut" (AQuAS, 2023). Aquest instrument presenta dades dels *inputs*, dades de procés, *outputs* i alguns *outcomes* —moltes d'elles presentades en el capítol 2 d'aquesta publicació. Amb aquesta estructura, la Central de Resultats de Recerca dona a conèixer a la ciutadania i a l'ecosistema la inversió pública feta en recerca en salut i els resultats que se'n deriven; als actors del món de la recerca, els permet fer un exercici de *benchmarking* i identificar oportunitats de millora; i al Govern, proveeix una eina útil per a fer política científica basada en l'evidència i respondre a la demanda de transparència dels recursos públics. Pel que fa a l'impacte dels centres, com es veurà més endavant l'AQuAS ha dut a terme un estudi ad-hoc per un institut d'investigació sanitària que defineix metodològicament com es pot completar el camí d'impacte a la Central de Resultats de Recerca.

Pel que fa al retiment de comptes de convocatòries de recerca, l'AATRM va avaluar l'impacte de les convocatòries de Recerca Clínica i en Serveis Sanitaris que es van dur a terme entre 1996 i 2008. Durant aquest període es van publicar 7 convocatòries i es van finançar 141 projectes, als que es va distribuir 5,8 milions d'euros. La missió d'aquesta convocatòria perseguia, explícitament, l'impacte relacionat amb la presa de decisions informades, l'impacte en l'avenç del coneixement i l'impacte en la capacitació. Els estudis d'avaluació, doncs, es van centrar en aquests impactes.¹⁶¹ A través d'una enquesta als investigadors i investigadores principals dels projectes es mostra que un 40% del personal investigador declara que els resultats dels seus projectes han afavorit decisions que han portat canvis en la pràctica clínica o de gestió sanitària; principalment en canvis en la conducta dels professionals assistencials i dels pacients i en menor grau, en la planificació de polítiques. Aquests actors entrevistats declaren que els impactes es van assolir amb la participació de professionals de la gestió i la planificació, però també de la comunitat científica. Les societats científiques i els vincles formals o informals entre personal investigador i decisor van ser identificats com importants facilitadors d'impacte.

Quant a l'avaluació per analitzar i entendre com funcionen les ciències de la salut, aprofundir en el procés de l'impacte gràcies a l'estudi de casos concrets i entrevistes a decisors i personal investigador ha permès a AQuAS identificar bones pràctiques, factors clau, facilitadors, factors d'èxit o barreres que han interaccionat entre la presa de consciència de les noves troballes i la seva utilització o implementació.¹⁶² En general, els casos estudiats a partir de les convocatòries de recerca de finals dels 90 i inicis dels 2000 mencionades més amunt suggereixen que com més "obert" és l'estudi a enfocaments pràctics, necessitats dels usuaris, a altres equips o altres disciplines, més fàcil és que l'estudi tingui un impacte. Els canals utilitzats per transferir nou coneixement a la societat són complexos i variats. La interacció amb els usuaris, específicament, una vinculació dels gestors amb els equips investigadors i el coneixement general de la

157 Adam P et al., 2018.

158 Hicks D et al., 2015.

159 Wilsdon J et al., 2015.

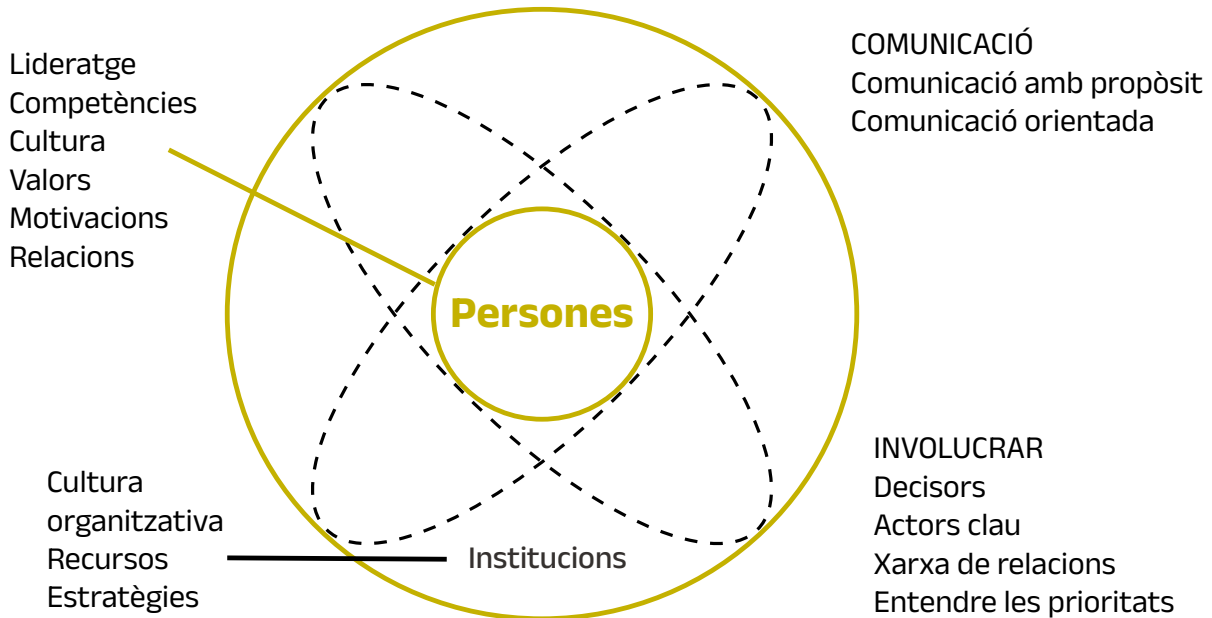
160 Declaration of Sant Francisco <https://sfdora.org/>

161 Adam P et al., 2012; Guillamón I et al., 2012; Solans-Domènech M, et al., 2013.

162 Solans-Domènech et al., 2013; Solans-Domènech M et al., 2019.

seva activitat s'ha mostrat efectiva per a l'aplicació de la recerca. Factors estructurals, com ara els canals de transferència i les dinàmiques organitzatives, i factors individuals, relacionats amb la idiosincràsia de les relacions humanes entre els diferents actors implicats o les competències, són alguns dels facilitadors de l'impacte.

Figura 4. Factors essencials i facilitadors de l'impacte de la recerca



La figura 4 resumeix gràficament les conclusions d'AQuAS sobre quins factors són essencials i quins són facilitadors per tal que una recerca tingui impacte. El missatge més important és que són les persones (més que no pas les institucions) la clau de la transformació, o l'impacte. Per persones ens referim a la comunitat investigadora però també a directius, gestors i la resta d'actors clau que poden influir en l'impacte. En aquest sentit, aspectes com ara el lideratge, les competències, els valors, la cultura, les motivacions o les relacions són determinants. Les institucions faciliten i molt. La cultura organitzativa, la disponibilitat de recursos per a promoure impacte i les estratègies en són clars exemples.

Quadre 3. El Plans Estratègics de Recerca i Innovació en Salut (PERIS)

Des del 2016, els Plans Estratègics de Recerca i Innovació en Salut – PERIS (2016-2020 i 2022-2027) del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya són els instruments de planificació i coordinació que defineixen les línies generals de la recerca i innovació en salut del Departament de Salut. Els seus objectius són potenciar la recerca en salut com a valor fonamental per millorar la salut, optimitzar els processos en el marc dels serveis de salut, i preparar el sistema per als futurs reptes i necessitats (Departament de Salut, 2016,¹⁶³ Departament de Salut, 2022).¹⁶⁴

L'avaluació d'impacte d'aquestes convocatòries per part d'AQuAS no s'ha iniciat fins a l'any 2023 atès que s'ha volgut deixar passar un temps prudencial per donar temps a la recerca perquè fes el seu curs. Els resultats es preveu que estiguin disponibles el 2024.

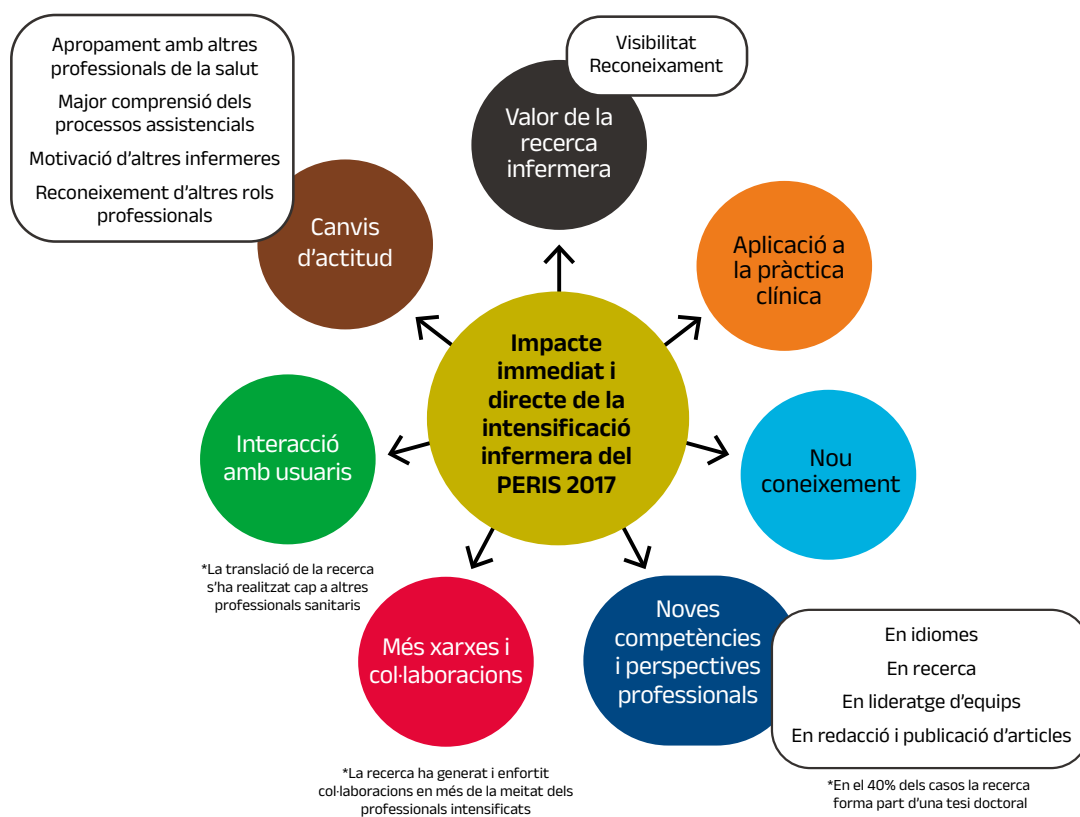
Continuant amb la vocació d'anàlisi de l'impacte de la recerca, i afegint-hi també la necessitat de promoció i reconeixement de la recerca infermera, l'AQuAS ha dut a terme un estudi d'impacte primerenc d'una de les convocatòries més emblemàtiques del PERIS 2016-2020: la convocatòria d'intensificació de professionals d'infermeria, levatòria, fisioteràpia, dietètica i nutrició, òptica i optometria, podologia i protètica dental. Aquesta convocatòria de recerca i innovació que 130 professionals poguessin ampliar els seus assistencials i gaudir durant un temps determinat d'una dedicació exclusiva per a desenvolupar activitats de recerca. El que

163 PERIS 2016-2020: pla estratègic de recerca i innovació en salut. Barcelona: Departament de Salut, 2016. Disponible a: https://scientiasalut.gencat.cat/bitstream/handle/11351/3904/pla_estrategic_recerca_innovacio_salut_2016_2020

164 Pla estratègic de recerca i innovació en salut 2022-2027. Barcelona: Departament de Salut, 2022. Disponible a: https://scientiasalut.gencat.cat/bitstream/handle/11351/8081/pla_estrategic_recerca_innovacio_salut_formulacio_estrategica_2022_2027.pdf?sequence=1&isAllowed=y

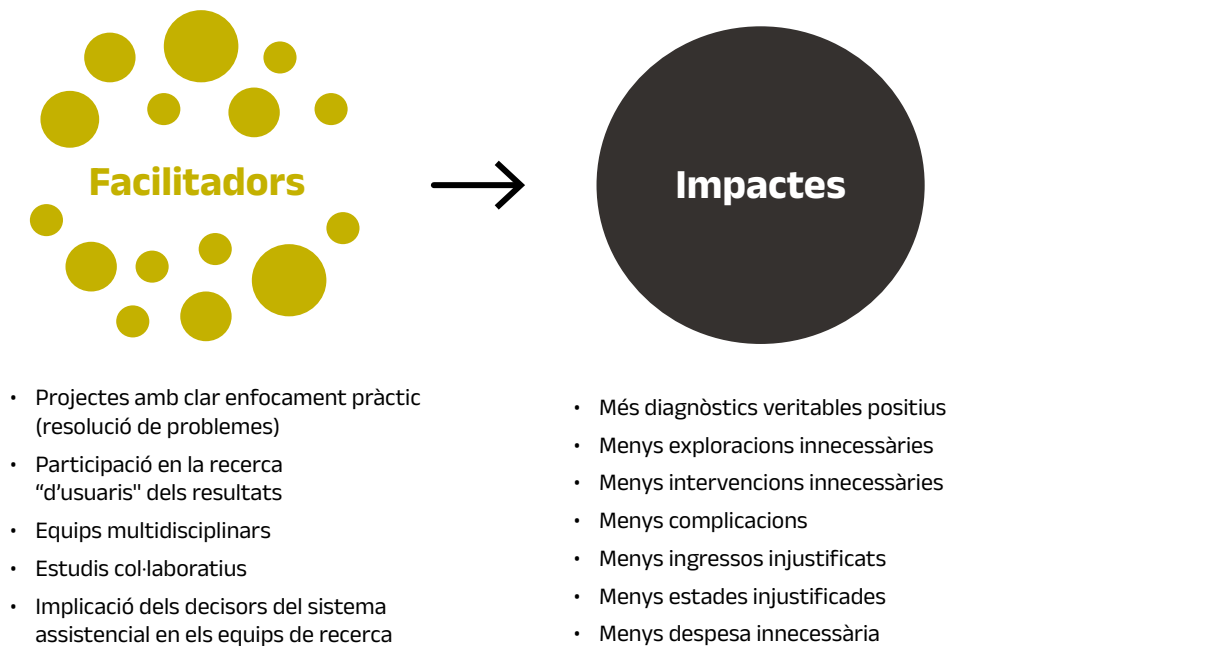
ha suposat aquesta convocatòria es va poder recollir a través de l'anàlisi de text de les "instantànies" (narratives d'impacte), unes fitxes que van emplenar els beneficiaris dels ajuts al final del període sobre l'experiència, la recerca, els seus resultats i els beneficis obtinguts (Solans-Domènech M, 2018). El coneixement generat ha impactat tant en l'àmbit assistencial com en l'àmbit de recerca, ha generat valor, reconeixement i visibilitat a la recerca en infermeria, tot influint en les actituds dels professionals del seu entorn, reforçant relacions professionals i col·laboracions, creant noves competències formals (tesis doctorals) i informals, interaccions amb els usuaris del coneixement (siguin professionals o altres perfils investigadors) i, en última instància, aplicant els resultats als processos assistencials, a les intervencions sanitàries i als programes. La figura 5 reproduïx gràficament l'impacte identificat per les 19 "instantànies" de recerca que es presenten en l'estudi. Per últim, aquest estudi de casos primerenc amb els ajuts PERIS es preveu que tingui un impacte transformador a mitjà i llarg termini dels propis ajuts.

Figura 5. Impacte de la primera convocatòria de recerca infermera del PERIS



Aquests tipus d'anàlisi també es poden dirigir a institucions de recerca, com és el cas de l'estudi exploratori que volia identificar exemples de recerca que havia transcendit en millores en la prevenció, en el diagnòstic i en el tractament de malalties dins de l'Hospital Universitari Vall d'Hebron (Solans-Domènech M et al., 2019). La figura 6 presenta de manera sintètica, d'una banda, característiques dels projectes que han tingut un impacte i, de l'altra, una categorització dels tipus d'impacte identificats.

Figura 6. Impactes potencials d'una selecció de projectes de recerca a l'Hospital Universitari de la Vall d'Hebron



Aquest estudi exploratori va servir d'antecedent per a l'elaboració del Pla Estratègic de l'Institut de Recerca de la Vall Hebron (VHIR)¹⁶⁵ on s'inclou l'impacte com a element essencial en la seva missió i visió.

3.4. Avaluació de la recerca agroalimentària: aproximació economètrica i estudi de cas de l'IRTA

En el marc de la recerca agroalimentària, a Catalunya s'ha dut a terme una rigorosa iniciativa d'avaluació d'impacte que parteix d'un marc conceptual anomenat model CREDA¹⁶⁶ a partir del qual defineixen i estableixen els següents instruments: un *impact pathway*, una categorització de nivells d'impacte múltiple, un vector d'impacte i una *scoring matrix*.

El treball conceptual que elaboren aquests autors els permet abordar dos propòsits fonamentals de l'avaluació d'impacte: d'una banda, la promoció, ja que demostren el valor de la recerca als diferents actors i al públic general; i de l'altra, l'anàlisi, ja que expliquen i fan entendre com unes bones pràctiques dutes a terme per un grup d'un centre de recerca contribueixen a les pràctiques habituals de cultivadors d'arròs i polítiques públiques en el sector del cultiu d'arròs.

En primer lloc, hi ha l'estimació economètrica de l'impacte de la inversió pública en recerca sobre el creixement de la productivitat en el sector agrícola a Catalunya entre 1985 i 2015.¹⁶⁷ Els resultats mostren que la productivitat en el sector agrari va créixer a una taxa de creixement anual inferior a l'1%. D'aquesta taxa de creixement, l'estudi conclou que la inversió en R+D hi té un impacte positiu. Tanmateix, aquest creixement va ser més ràpid durant les dues primeres dècades de l'anàlisi. Una anàlisi cost-benefici revela un retorn estimat del 15-28% que ha incidit en una millora de la productivitat del sector.

En segon lloc, hi ha l'estudi de cas específic¹⁶⁸ d'un grup de recerca de l'IRTA sobre el cultiu d'arròs i pràctiques sostenibles: el Programa Orígens™-IRTA & Kellogg's. Per a aquest cas específic, els autors construeixen la matriu d'impacte presentada a la taula 2.

¹⁶⁵ Pla Estratègic del VHIR <https://vhir.vallhebron.com/ca/institut/pla-estrategic>

¹⁶⁶ Chams et al., 2020.

¹⁶⁷ Guesni B i Gil JM, 2021.

¹⁶⁸ Turner et al., 2022.

Taula 2. Vector d'impacte del cas d'estudi de l'IRTA. Estudi de cas: impacte sobre el cultiu d'arròs i pràctiques sostenibles (Programa *Origins*TM-IRTA & Kellogg's)

Dimensions de l'impacte	Importància (màxim 5)	Descripció
Econòmic	4/5	<p>Increment de terra i productivitat: canvi mitjà (quilos/hectàrees) de l'11% de creixement per l'adopció de bones pràctiques de l'IRTA.</p> <p>Reducció de pèrdues: reducció de costos a través de l'optimització de l'aplicació de fertilitzants i pesticides.</p> <p>Continuïtat de negocis familiars en el sector agroalimentari.</p> <p>Manteniment del creixement econòmic del sector del cultiu d'arròs.</p>
Polítiques públiques	4/5	<p>Abordatge d'interessos públics en el cultiu de gra i altres cultius a través de la introducció d'evidència científica i suport als agricultors; suport també en l'aplicació de les regulacions espanyoles i europees.</p>
Socioterritorial	5/5	<p>Millora de les condicions de la comunitat agrícolta: millora de l'aplicació del sistema estàndard d'avaluació del cultiu d'arròs, creació de llocs de treball per a dones i joves.</p> <p>Rètols amb indicacions geogràfiques</p> <p>Expansió regional: Delta de l'Ebre, València i Sevilla.</p>
Medi ambient	3/5	<p>Control del temps, freqüència i ús dels fertilitzants (nitrogen, potassi, fòsfor).</p> <p>Reducció de pèrdues i contaminació.</p> <p>Estratègies de gestió de l'aigua i els residus.</p>
Salut	2/5	<p>Eficiència en l'ús de la terra: actualment, el 20% les terres cultivades del Delta l'Ebre apliquen les bones pràctiques derivades de l'estudi.</p> <p>Millora de la qualitat del gra i de l'estat nutritiu de la terra de cultiu: impacte en la salut dels consumidors.</p> <p>Minimitzar l'exposició dels treballadors a pesticides i altres productes químics.</p>
Capacitació i orientació a la recerca	3/5	<p>Formació: producció de coneixement teòric i pràctic, publicacions científiques.</p> <p>Formació i materials de cursos: potencial implicació o rèplica de les bones pràctiques en altres cultius.</p>

Un dels aspectes interessants d'aquest estudi de cas és la comparació amb altres casos de recerca duta a terme a altres països com ara Irlanda, Nova Zelanda i Uruguai. Uns dels aspectes més estudiats per aquest grup d'investigadors i investigadores és l'impacte en la capacitació en les persones i el territori que produeix l'exercici de fer recerca, i com això contribueix a un desenvolupament més sostenible del sector agroalimentari.¹⁶⁹

¹⁶⁹ Chams et al., 2020.

3.5. Premis d'impacte com a pràctica pionera en el si d'una universitat: El Premi Impacte Social del Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili

Des de l'any 2017, el Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili (URV) concedeix anualment el Premi Joan Pedrerol Gallego a l'impacte social de la recerca.¹⁷⁰ Des dels seus inicis aquest premi parteix d'una vocació de promoció (*advocacy*) o de reconeixement (*acclaim*), amb la voluntat d'anar llançant el missatge a la comunitat investigadora de la importància de l'impacte de la recerca, però també d'una vocació formativa, per anar preparant a la comunitat investigadora per ser avaluada segons les noves tendències europees, que tard o d'hora arribaran a casa nostra. El context en què neix aquest premi l'any 2015, és quan s'estaven fent les primeres passes a Comissió Europea per tal que l'impacte de la recerca fos un tema que entrés a l'agenda i just s'havia dut a terme la primera gran avaluació d'impacte del REF l'any 2014. El premi s'atorga a cada una de les millors candidatures de les dues modalitats i tres àmbits descrites a continuació. Les modalitats són: a) modalitat de l'impacte *ex-ante*, basat en la presentació d'una planificació; i b) modalitat d'impacte *ex-post*, basat en la presentació d'evidències. La definició d'impacte és la mateixa del REF britànic, i molt semblant a la que es presenta en aquest capítol. Els àmbits són: 1) ciències socials i humanitats; 2) ciències experimentals, enginyeria i arquitectura; i 3) ciències de la salut i de la vida. Es tracta en definitiva de sis premis, els candidats susceptibles de rebre el premi són grups de recerca de la URV i de centres de recerca propis de la URV, i l'objecte de la convocatòria són "narratives d'impacte" associades a projectes de recerca. El format de les "narratives d'impacte" és el mateix que fa servir el REF britànic. La taula 3 resumeix les característiques d'aquest premi.

Taula 3. Característiques del Premi Impacte Social del Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili. Font: Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili

	Modalitat A	Modalitat B
Premi	Impacte ex ante (planificació)	Impacte ex post (aportació d'evidència)
Àmbits temàtics	<ul style="list-style-type: none"> → Ciències socials i humanitats → Ciències experimentals, enginyeria i arquitectura → Ciències de la salut i de la vida 	<ul style="list-style-type: none"> → Ciències socials i humanitats → Ciències experimentals, enginyeria i arquitectura → Ciències de la salut i de la vida
Continguts	Context, impacte esperat, previsió procés impacte, contribució a reptes. Màxim 8.300 caràcters (entre 3 i 4 pàgines).	Context, impacte científic, impacte social, evidències, contribució a reptes. Màxim 8.300 caràcters (entre 3 i 4 pàgines)
Avaluació	Qualitat descripció impacte, idoneïtat predicció impacte, vincle a reptes	Qualitat i impacte científic, descripció impacte i aportació evidències

En les primeres cinc anualitats del premi, amb resultats consolidats, s'han atorgat premis a 30 narratives, 15 de les quals referents a impacte planificat (*ex ante*) i 15 a narratives d'impacte *ex post*, amb l'aportació d'evidència. Amb l'objectiu de visibilitzar la naturalesa dels premis atorgats, la taula 4 presenta els títols de les narratives *ex-ante* i *ex-post*, agrupats segons àmbit temàtic, grup de recerca, any i categoria.

¹⁷⁰ Premi Joan Pedrerol Gallego a l'impacte social de la recerca <https://www.urv.cat/ca/universitat/estructura/govern/consell-social/premis/#impacte>

Capítol 4. Impacte de la recerca

L'estat de la ciència a Catalunya. Informe 2023

Taula 4. Narratives d'impacte ex ante i ex post del Premi Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili, selecció dels anys 2020 al 2021. Font: Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili

	Àmbit	Grup de recerca	Any
Ciències socials i humanitats			
Ex ante	EPINED-II: Estudi dels predictors psicològics, socioeducatius i biològics del curs dels trastorns del neurodesenvolupament per millorar la seva qualitat de vida i el funcionament psicosocial	NutriSaM - Nutrició i Salut Mental	2020
	EPINED-II. SoCaTel, a co-creation platform for better access to Long Term Care Services. (SoCaTel, la plataforma multi-stakeholder de cocreació per un accés millor a serveis d'atenció de llarga durada)	GAS - Grup d'Antropologia Social	2021
Ex post	L'impacte de la recerca en execució hipotecària com a motor per potenciar noves dinàmiques als tribunals de justícia	Evidence Law	2020
	Análisis del papel de las políticas territoriales en la gestión de los destinos turísticos en la época de las moviidades (POLITUR)	GRATET - Grup de Recerca d'Anàlisi Territorial i Estudis Turístics	2021
Ciències experimentals, enginyeria i arquitectura			
Ex ante	Desenvolupament de tecnologia d'encapsulació per millorar la teràpia oncològica	MEMTEC - Materials, Membrane and Encapsulation Technology	2020
	Aplicació mòbil per al diagnòstic precoç del Retinoblastoma, el càncer ocular més freqüent en infants / Mobile application for early diagnosis of Retinoblastoma, the most common eye cancer in infants	DIDACMAT - Didàctica de les matemàtiques	2020
	Vitrímers, els polímers del futur: reciclables, auto-reparables, auto-soldables i amb excel·lents prestacions termo-mecàniques	POLTEPO - Polímers Termoestables Epoxídics	2020
	Una estratègia basada en ciència de dades per a l'educació inclusiva del nen prematur	MIL@b - Metabolomics Interdisciplinary Laboratory i Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili	2021
Ex post	Dispositius biosensors basats en materials porosos nanoestructurats	NEPHOS - NanoElectronic and Photonic Systems	2021
Ciències de la salut i de la vida			
Ex ante	Estudi Longitudinal per determinar els factors de risc que s'associen amb l'obesitat infantil. Estudi CORALS (Childhood Obesity Risk Assessment Longitudinal Study)	Alimentació, Nutrició, Creixement i Salut Mental	2020
	Biomarcadors pronòstics precoços circulants i salivals de COVID-19 en pacients obesos i/o amb síndrome metabòlica infectats per SARS-CoV-2	GEMMAIR - Grup d'Estudi de Malalties Metabòliques Associades a Insulin Resistència	2021
	Un model basat en aprenentatge automàtic per a la predicció de l'èxit d'una extubació en pacients crítics amb ventilació mecànica invasiva (A Machine Learning based tool for predicting the outcome of an extubation in mechanically ventilated critical patients)	Experiments, Computation and Modelization in Fluid Mechanics and Turbulence (ECoMMFIT) i Sèpsia, inflamació i seguretat del malalt crític (SIS - IISPV)	2021

	Àmbit	Grup de recerca	Any
Ex post	European Childhood Obesity – Early Programming by Infant Nutrition (CHOP). Finançat pel 5è, 6è i 7è Programa Marc de la Comissió Europea i pel Programa Horitzó 2020 de la Comissió Europea. Registrat a clinicaltrials.gov com NCT00338689.	Unitat de Recerca en Pediatria, Nutrició i Desenvolupament Humà	2020
	Eina web d'ajuda a la presa de decisions, en anticoncepció	Grup de recerca en infermeria avançada	2021

Nota: Les narratives d'impacte completes del Premi Joan Pedrerol Gallego a l'impacte social de la recerca es poden sol·licitar al Consell Social de la URV.

En quant a la funció formativa (o d'aprenentatge) d'aquesta premi, després de 5 edicions s'ha pogut fer una anàlisi preliminar de les dinàmiques positives que s'ha generat, que es poden resumir en aquesta llista:

- Planificar l'impacte és un facilitador d'impactes futurs. Els premis ex ante han servit de punt de partida per a obtenir premis ex post al cap de dos o tres anys. D'això es dedueix que planificar l'impacte pot servir com a desencadenant de cara als impactes ex post.
- Efecte bola de neu en els equips. Grups que han aconseguit un premi ex post, han facilitat que els seus deixebles aconseguissin premis ex ante.
- Efecte d'agrupacions win-win. S'observa com determinats grups s'han organitzat de manera coordinada per tal de, junts, obtenir el premi que probablement no haguessin obtingut per separat.
- Col·laboracions interdisciplinàries. S'observa com grups de diferents disciplines s'han coordinat per treballar junts un potencial impacte, o per aflorar una evidència d'impacte.

En conclusió, les dinàmiques que ha mobilitzat aquest premi en l'entorn de la Universitat Rovira i Virgili han estat formatives, transformadores i impulsores d'una comunitat científica més preparada per a ser avaluada segons el seu impacte.

4. Accions prospectives per promoure l'impacte de la recerca. Bones pràctiques

En aquest apartat es presenta una selecció de bones pràctiques a Catalunya d'accions prospectives o estratègies transformadores orientades a millorar o afavorir l'impacte de la recerca que es fa. L'objectiu d'aquesta secció és posar en valor aquestes experiències i mostrar-ne aquelles característiques que poden ser il·lustradores per a altres iniciatives de futur. La selecció no ha estat exhaustiva, però sí que pretén il·lustrar una varietat de pràctiques en el nostre país.

4.1. De la recerca responsable a la recerca orientada a la resolució de reptes amb enfocaments sistèmics: les passes pioneres del Living Lab d'IrsiCaixa

El Living Lab d'IrsiCaixa ha estat un referent a Catalunya en la posada en pràctica de les directrius europees en política científica de les darreres dècades, materialitzades en moviments de transformació de la manera com es fa la recerca i la innovació. Aquest *think tank* dirigit per Rosina Malagrida des de fa 15 anys ha estat un espai d'implementació de les més innovadores propostes arribades des de la Comissió Europea sobre com fer una recerca que transforma, orientada a l'impacte. En aquest sentit, aquest *think tank* va ser pioner en la posada en marxa dels primers projectes RRI, l'operativització del concepte d'*Open Science*, la *Mission*

Oriented Research, les *ScienceShops* i els *partnerships*, o d'altres de més globals com ara el *system thinking* i la *transdisciplinary research*, entre d'altres. La clau de volta del Living Lab de Salut d'IrsiCaixa és contribuir a millorar la resolució de reptes de salut complexos mitjançant xarxes d'innovació que faciliten canvi sistèmic, tant en el sistema de recerca i innovació com en els sistemes afectats pels reptes plantejats, avançant, així, cap a la salut integral. Els canvis que es proposa tenen com a darrera finalitat incrementar l'impacte de les solucions existents i estimular la ideació i implementació de noves solucions que responguin millor a la complexitat del sistema així com a les necessitats i expectatives dels diferents actors socials. El Living Lab treballa en reptes de prevenció i promoció de la salut (p. e. promoció de l'alimentació saludable i sostenible, promoció de la salut mental, prevenció d'infeccioses) i de diagnòstic i tractaments terapèutics (p. e. covid persistent o immunoteràpies).

4.2. Creació del primer “agent d'impacte” a Catalunya des del centre CREAM

El CREAM va crear l'any 2021 la figura de l'*impact officer* o “agent d'impacte” com a resposta a la missió del centre de promoure la mobilització i l'impacte de la recerca en el món no acadèmic. Amb aquest pas, el CREAM es converteix en el primer centre CERCA que va crear aquesta figura dins la mateixa organització. La incorporació d'aquesta figura va ser possible gràcies al primer programa Severo Ochoa del CREAM, que incorporava la promoció de l'impacte de la recerca del centre en la millora de l'estat i la salut dels ecosistemes i el benestar humà com a objectiu específic del seu pla estratègic. Tanmateix, la voluntat del centre és que aquesta figura es consolidi com a part de l'estructura del centre.

Les tasques d'aquest agent d'impacte es recullen en una estratègia d'impacte que es va elaborar el 2022 i que es va actualitzant de manera periòdica. Actualment recull les línies d'acció següents:

1. **Diagnosi i propostes de millora de les competències institucionals.** S'ha incorporat l'impacte com un dels pilars de l'estratègia general del CREAM (2022-26) que implica la coordinació amb els diferents àmbits de gestió de la recerca interns i la integració en diferents grups de treball del centre. Dins d'aquesta diagnosi s'han dut a terme unes 30 entrevistes a personal investigador i tècnic, orientades a introduir els conceptes relacionats amb l'impacte als entrevistats alhora que fer aflorar experiències de mobilització de coneixement i fer una anàlisi pre/post de les oportunitats i potencialitats de la recerca duta a terme per generar possibles impactes.
2. **Promoció de capacitats internes i cultura d'impacte.** S'han desenvolupat activitats de formació i s'estan facilitant materials, eines, guies i documents per promoure la transferència de coneixement i l'*engagement* (implicació) de la comunitat investigadora amb els agents socials clau, així com l'adquisició i millora de les competències per a entendre i promoure l'impacte de la seva recerca.
3. **Maximització de l'impacte del CREAM.** D'una banda, s'ha incorporat el concepte i enfocament d'impacte en les diferents fases de la conceptualització de la recerca a través de la revisió i suport a les propostes de projectes en desenvolupament. De l'altra, s'ha contactat amb els actors clau de l'àmbit de recerca del CREAM incloent-hi planificadors i dissenyadors de polítiques públiques (s'han promogut interaccions i aliances, i generat informes i assessoraments específics) i agents del sector privat (s'ha incrementat la transferència i interacció per incidir en les agendes i pràctiques dels sectors rellevants). També s'ha promogut l'obertura de la recerca a la societat en general, amb el foment de la ciència ciutadana i els projectes participatius i la millora de la cultura científica a través de la comunicació i la col·laboració amb el sector educatiu.
4. **Monitoratge, seguiment i visibilització dels casos d'impacte del CREAM.** S'ha estructurat un model teòric¹⁷¹ que ofereix una visió completa i exhaustiva de com i on la recerca del CREAM contribueix en la generació de beneficis per a la societat. Actualment s'està desenvolupant un sistema de recollida de dades per a generar evidències amb finalitats de seguiment, aprenentatge i visibilització

171 https://www.cream.cat/sites/default/files/model_impacte_simplified.pdf

de l'impacte de la recerca que tindrà derivades tant per a la comunicació externa, com en la construcció d'una comprensió interna (compartida pel personal del centre) de l'impacte.

L'agent d'impacte del CREAM participa activament en la formació sobre impacte de la Institució CERCA i la comunitat de pràctica que s'ha creat. De manera paral·lela, altres centres CERCA han iniciat passos per a la creació o consolidació de l'agent d'impacte. Per exemple, durant el 2023, el centre ISGlobal ha posat en marxa la selecció de candidats per a ocupar un lloc de treball d'agent d'impacte gràcies a un ajut del PERIS.

4.3. Les agendes compartides de la RIS3CAT i l'avaluació formativa

En el marc de l'Estratègia d'Investigació i Innovació per a l'Especialització Intel·ligent de Catalunya 2030 (RIS3CAT), s'ha promogut el concepte d'agendes compartides amb la voluntat de crear ecosistemes on recerca i impacte estiguin integrats, on l'àmbit científic i l'àmbit de la societat definits a la primera part d'aquest capítol estiguin fusionats. Les agendes compartides articulen, a través de models de governança participativa, l'acció col·lectiva d'actors diversos per afrontar problemes complexos (sempre relacionats amb els ODS) i els reptes i les oportunitats que se'n deriven.

Tot i que la configuració concreta d'aquestes agendes compartides depèn del repte (que pot ser sectorial, científic, tecnològic, ambiental o social), del territori, dels actors implicats i de l'ambició transformadora, se'n podem destacar les característiques següents:

- Parteixen de la **identificació de reptes estratègics i de diagnòstics compartides**.
- Es basen en la **col·laboració intersectorial i en la generació de coneixement entre actors diversos**, per comprendre i gestionar problemes complexos des d'una perspectiva holística i dinàmica, tenint en compte els efectes a llarg termini i els impactes directes i indirectes.
- **Focalitzen l'acció en el canvi, la transformació** i l'impacte col·lectiu, sostinguts en el temps, i són estratègies adaptatives, que responen activament a efectes i desenvolupaments inesperats, èxits i fracassos.
- Parteixen de la **identificació de nínxols, a partir dels quals promouen el disseny i l'experimentació de solucions** i alternatives possibles, per abordar els reptes, i impliquen, des de l'inici, els col·lectius afectats pels problemes que aborden, tot i que van més enllà, amb l'objectiu de **reproduir les solucions exitoses o implementar-les a una escala més gran** i connectar-les amb estratègies i agendes més globals, com ara les missions de recerca i innovació de la UE.

Un altre aspecte característic de les agendes compartides és l'avaluació que se'n fa, amb caràcter formatiu, al llarg de tot el procés. L'avaluació formativa en les agendes compartides de la RIS3CAT la realitza un equip especialitzat del centre de recerca en innovació transformadora del CSIC anomenat INGENIO, adscrit a la Universitat Politècnica de València. S'anomena "avaluació formativa" perquè el paper d'INGENIO coordinant i fent el seguiment de l'agenda compartida és d'ajudar a la transformació. Per tant, el seu paper no és fiscalitzador o "sumatiu", sinó que es tracta d'avaluació orientada a la millora, facilitadora i transformadora. És el que se'n diria "avaluació coresponsable", o avaluació que es coresponsabilitza en la cerca de solucions als reptes i problemes complexos de les agendes compartides.

En aquest sentit, la RIS3CAT ha desenvolupat guies per a impulsar agendes compartides, guies per impulsar laboratoris transformadors i eines concretes per ajudar als ecosistemes. Per exemple, s'ha elaborat una guia per treballar reptes socials complexos amb un enfocament sistèmic. En la taula 5 es descriuen de manera resumida els reptes de les d'agendes compartides promogudes des de la RIS3CAT actualment en marxa, totes elles amb vinculació d'actors clau de la triple hèlix:

Taula 5. Impactes i reptes de les agendes compartides RIS3CAT. Font: elaboració pròpia

Agendes compartides	Impactes	Reptes
Agenda compartida de Manresa-Bages	<p>Millorar la qualitat de vida de les persones amb dependència i cronicitat i el seu entorn cuidador</p> <p>Propiciar ecosistemes dedicats al desenvolupament econòmic del territori en un marc salut i social vers la dependència i cronicitat</p>	<p>→ Un sistema de salut i social de la comarca del Bages que té dificultats en donar respostes als problemes de cronicitat i dependència generats per un envelliment i sobreenvelliment de la població.</p> <p>→ Un ecosistema de desenvolupament econòmic territorial que doni respostes efectives a les necessitats i problemàtiques de la dependència i la cronicitat desenvolupament nous serveis, productes i oportunitats de negoci.</p>
Agenda compartida de les Terres de Lleida, Pirineu i Aran	Transformació del model econòmic a les terres tradicionalment agrícoles o ramaderes	<p>→ Potenciar la bioeconomia circular com a model econòmic capaç de desenvolupar solucions efectives a problemàtiques locals relacionades amb un model intensiu de producció agrícola i ramadera.</p> <p>→ Deixar enrere el model econòmic actual que no és atractiu ni per captar ni per retenir talent.</p>
Agenda compartida de la B-30	Transformació de la zona del Vallès al voltant de la B-30 en un territori de residus zero	<p>→ Millorar la col·laboració multiagent per escalar projectes al conjunt del territori i evitar la duplicitat d'iniciatives.</p> <p>→ Fomentar un marc normatiu favorable i visualitzar a l'administració com una aliada.</p> <p>→ Facilitar la transparència i traçabilitat dels recursos.</p> <p>→ Impulsar la creació d'espais i infraestructures catalitzadores de l'economia circular a llarg termini.</p> <p>→ Impulsar un canvi cultural multiagent i multiescala.</p> <p>→ Optimitzar l'eficiència en l'ús dels recursos del territori materials, aigua, energia, espais, coneixement</p> <p>→ Promoure l'educació formal i informal en matèria de circularitat.</p> <p>→ Impulsar un reequilibri territorial (econòmic, social i ambiental) i connectar l'espai urbà i l'espai rural.</p>
Agenda compartida de la UAB	Transformació del mateix ecosistema universitari, cap un model més responsable i sostenible, identificant, amb els actors del territori, els reptes i proporcionant respostes col·lectives (ja sigui des d'una perspectiva local, regional, o global).	

Exemple de l'agenda compartida de Manresa-Bages

El repte potencial de l'agenda compartida de Manresa-Bages és la dependència i la cronicitat vinculada a una població molt envellida i sobreenvellida. Aquest repte es vol assolir a través de l'assoliment de dos impactes relacionats, un social i un de desenvolupament econòmic. L' *engagement* entre agents clau s'articula al voltant de més de 40 entitats de la quàdruple hèlix (entitats governamentals, acadèmiques, teixit empresarial, teixit assistencial de la comarca i entitats de caràcter social) del sector salut i social de la comarca, sobretot entitats i empreses que tenen com a repte la dependència i la cronicitat, la seguretat del pacient i l'aplicabilitat de tecnologies facilitadores en situacions de dificultats de salut o socials. S'han creat

estructures o eines que propicien propostes de solucions, desenvolupament i implementació (*outcomes*) al mateix temps que s'ha donat un rol actiu a les entitats de recerca (veg. taula 6).

Taula 6. Interrelacions entre actors de l'agenda compartida de Manresa-Bages. Font: elaboració pròpia

Outcomes, estructures o eines que faciliten la interacció entre els 40 agents	Abordatge i rol dels actors acadèmics i de recerca
→ Observatori de la Dependència i la Cronicitat del Bages (ODCB)	→ L'ODCB és l'organisme encarregat de caracteritzar i monitoritzar la dependència i la cronicitat a la Catalunya Central, gestionant informació epidemiològica, d'entorn, recursos, etc. També s'ocupa d'identificar reptes i crear debat al voltant de les necessitats i problemàtiques identificades.
→ Plataforma d'Emprenedoria eHEALTHINKING	
→ Hub de Medicina i Atenció Personalitzada (MAP+).	
→ Business Angels de Manresa Bages (BAMB).	→ E=Mc2 és una experiència de ciència ciutadana radical, on un grup de persones sensibles al tema reflexionen, identifiquen problemes i necessitats i proposen solucions acompanyades de la mà dels actors acadèmics per desenvolupar processos amb metodologia científica.
→ Laboratori d'Anàlisi de Dades i Big Data en Salut i Social de la Catalunya Central (Lab C2)	
→ Manresa Ciència Ciutadana (E=Mc2)	→ GRITS. Investigació conjunta entre els protagonistes de les agendes compartides de Catalunya (Universitat de Manresa-FUB, Universitat Autònoma de Barcelona, Generalitat de Catalunya, INGENIO-CSIC) per aprofundir en la innovació capaç de transformar la societat en base a reptes reconeguts, caracteritzats i assumits per tothom.
→ Grup de Recerca en Innovació Transformativa i Simulació (GRITS)	
→ Lab-INN, estructura d'innovació en el CISARC (Centre d'Innovació en Simulació)	

4.4. Organismes dedicats a l'elaboració i sinterització d'evidència pel disseny de polítiques públiques i per a la presa de decisions informada

A Catalunya hi ha Ivàlua, que és l'agència pública que promou la cultura de l'avaluació de polítiques públiques com a eina de millora de l'acció de govern, de rendiment de comptes, transparència i democràcia. A Ivàlua s'avaluen polítiques públiques i es difonen les evidències generades intramurals i en altres entorns destinades als decisors i tècnics públics i a la ciutadania. Les polítiques que avalua són: administracions públiques, afers socials i desigualtat, agricultura, cultura, educació, habitatge, justícia i seguretat, ocupació i empenedoria, participació, promoció econòmica i salut.

En ciències de la salut i biomedicina a Catalunya hi ha l'exemple d'AQuAS,¹⁷² que a més d'avaluar recerca en salut, és una empresa pública creada els anys 80 (pionera en aquelles dates) com a agència d'avaluació de tecnologies mèdiques, orientada a informar als planificadors de polítiques de salut (el Departament de Salut i el Catsalut) i als professionals de la salut sobre evidències d'eficàcia, efectivitat i cost-efectivitat de les opcions disponibles per a l'adopció d'una tecnologia per a un diagnòstic o un tractament. Aquest punt de partida s'ha anat ampliant al llarg dels anys, amb la incorporació de nous productes com ara les revisions sistemàtiques de la literatura científica, l'avaluació de processos de serveis sanitaris de prevenció, diagnòstic o tractament, actualment molt centrada en la transformació digital. En un món tan canviant, on apareixen innovacions, noves tecnologies i noves recerques constantment, destaca la creació dels següents programes d'AQuAS (excloent-ne el Programa SARIS, que s'explicarà en altres apartats d'aquest capítol):

172 AQuAS <https://aquas.gencat.cat/ca/inici>

- el Programa Essencial¹⁷³ dissenyat per a identificar i retirar les pràctiques sanitàries que han quedat obsoletes, o que la nova evidència demostra que ja no aporten valor, similar al programa *Do not do* britànic o el *Choose wisely* canadenc;
- el Programa de Decisions Compartides, que ofereix evidència per al personal sanitari i per al pacient per tal que puguin prendre una decisió sobre un tractament de manera compartida, partint de la base que, a més a més de l'evidència, hi ha altres factors igualment importants que cal tenir en compte i que requereixen un diàleg metge/essa – pacient;
- el Programa PADRIS, de reutilització de les dades del sistema de salut per a la recerca i per donar resposta a necessitats de coneixement útil per a la millora del sistema i de les decisions clíniques i sanitàries;
- una altra bona pràctica d'AQuAS és l'avaluació d'impacte dels productes d'AQuAS que s'ha començat a fer (publicat a la web) i que de manera incremental s'anirà ampliant.

En polítiques educatives, a Catalunya hi ha també la Fundació Jaume Bofill,¹⁷⁴ que també té un llarg recorregut en l'elaboració de coneixement útil per al disseny de polítiques públiques. Aquesta fundació es defineix com “un laboratori de recerca i propostes centrat en l'àmbit de l'educació que treballa per impulsar recerques, debats i iniciatives per generar oportunitats educatives i combatre les desigualtats socials”. Aquesta fundació sense ànim de lucre aposta per crear coneixement rigorós i consensos per millorar la qualitat i l'equitat del sistema educatiu català, entès com la palanca clau per a la millora social. Per fer-ho, col·labora amb grups acadèmics d'universitats, persones expertes del món educatiu, de les administracions públiques, investigadors i investigadores, directores i directores d'escola, docents, activistes, moviments de pares i mares, etc.

4.5. Marc competencial pel treball col·laboratiu en recerca i innovació de l'EAPC

L'Escola d'Administració Pública de Catalunya (EAPC 2022) ha elaborat un nou marc competencial¹⁷⁵ orientat a personal de l'administració pública en l'àmbit de les polítiques de recerca i innovació que reflecteix un canvi de paradigma de la funció pública. El pas d'uns professionals de recerca i innovació que gestionen ajuts a uns professionals que fan polítiques públiques que busquen i que per tant busquen un impacte. Es tracta d'un marc de treball col·laboratiu que requereix una revisió de les competències orientades a impulsar la transformació, contribuir a la teoria de canvi, i incorporar l'avaluació al cicle integral de la política pública.

Aquest marc també requereix unes competències que puguin contribuir a vertebrar la demanda de recerca, articular quina recerca es necessita i com es necessita, fomentar ciència aplicada, amb compromís i d'impacte, identificar reptes i actors i facilitar espais de concurrència, promoure experimentació, prototipat, rèplica, escalat, estandardització, adopció i institucionalització. Les competències proposades s'agrupen en tres grans àmbits tal com descriu la taula 7.

173 *Projecte Essencial* <https://essencialsalut.gencat.cat/ca/inici/>

174 *Fundació Jaume Bofill* <https://fundaciobofill.cat/>

175 *Escola d'Administració i Gestió Pública* https://eapc.gencat.cat/ca/publicacions/colleccions/col_leccio_eines_per_als_recurso_humans/12.-marc-competencial-per-al-treball-collaboratiu-en-recerca-i-innovacio/index.html

Taula 7. Marc competencial pel treball col·laboratiu en recerca i innovació de l'Escola d'Administració Pública de Catalunya (EAPC). Font: EAPC

VISIÓ HOLÍSTICA	COMPETÈNCIES PERSONALS	Pensament sistèmic i crític
		Visió estratègica
		Flexibilitat i adaptabilitat
ORIENTACIÓ A LA TRANSFORMACIÓ	COMPETÈNCIES FUNCIONALS	Orientació al bé comú
		Orientació a resultats
		Planificació
COL·LABORACIÓ RADICAL	COMPETÈNCIES RELACIONALS	Treball en equip i xarxa
		Lideratge
		Gestió positiva de conflictes
		Comunicació

El primer, la visió holística, es referiria a les competències personals com ara el pensament sistèmic i crític, la visió estratègica i la flexibilitat i adaptabilitat. El segon, l'orientació a la transformació, que es refereix a les competències funcionals com per exemple l'orientació al bé comú, l'orientació a resultats i la planificació. El tercer, la col·laboració radical es refereix a les competències relacionals, com ara el treball en equip i xarxa, el lideratge, la gestió positiva de conflictes i la comunicació. No és per atzar que moltes d'aquestes competències també emergeixen en els nous perfils de personal investigador amb vocació transformadora.

4.6. Avaluació formativa: les sessions SARIS de l'AQuAS

Pel que fa a les convocatòries de recerca en salut del Departament de Salut (el PERIS), el SARIS també té un eix dedicat a la implicació que incorpora la potenciació de les capacitats i espais de comunicació per facilitar la transformació i l'impacte de la recerca de les persones beneficiàries dels ajuts PERIS i dels decisors. D'alguna manera, AQuAS es corresponsabilitza de l'impacte durant el curs dels ajuts, iniciats l'any 2016, a través d'accions formatives i participatives amb alguns beneficiaris dels ajuts per tal de motivar la seva implicació o *engagement* en fer una recerca transformadora, amb l'ajut d'AQuAS. Aquestes sessions es centren en l'aprenentatge entre parells, la visibilitat de la recerca i la possibilitat de compartir experiències entre els diferents actors de la recerca en salut a Catalunya. L'objectiu és apropar el buit entre la comunitat investigadora i els usuaris de la recerca que tenen la possibilitat d'aplicar les troballes a la pràctica. A les sessions SARIS amb els beneficiaris del PERIS es treballen els següents aspectes:

1. **La reflexió sobre per què fem recerca i el concepte d'impacte.** Aquestes sessions ajuden a entendre què és (i què no és) l'impacte, més enllà del sistema de recerca. Entendre quina pot ser la utilitat i aplicació dels resultats de la recerca, no a nivell genèric sinó concretant en uns objectius d'impacte, sovint no és senzill. El procés d'identificació i articulació de canvis i aplicacions derivades de la recerca requereix claredat sobre múltiples factors i entendre el context. Sovint, una reflexió sobre l'impacte en el curs d'un ajut pot contribuir a modular el procés de recerca per tal que tingui potencialment més impacte.
2. **Identificació i priorització de potencials actors clau o usuaris de la recerca,** entendre les seves prioritats, necessitats i contextos. Tot per permetre establir relacions de confiança que ajudin a identificar objectius comuns on poder avançar conjuntament. D'aquesta manera es poden identificar oportunitats d'impacte que, a més, contribueixen a les prioritats d'aquesta comunitat d'actors o usuaris. Codissenyar amb aquestes persones el procés de recerca, en la mesura possible, afavoreix objectius comuns i accelerar i coproduir l'impacte.
3. **La comunicació amb actors clau orientada a l'impacte.** Sortir de la zona de confort i aprendre a comunicar amb actors no científics, que tenen un context, unes necessitats i un rol diferent

dels investigadors i investigadores. En aquestes sessions s'aprèn a trobar propòsits compartits, i desenvolupar eines de comunicació efectives que ajudin a la implementació dels resultats de la recerca i, per tant, a contribuir a un potencial impacte.

4. **Participatory impact pathway approach (PIPA).** Les sessions PIPA normalment es duen a terme amb els beneficiaris de convocatòries de projectes del PERIS. En aquest cas, les sessions comencen per definir conjuntament l'impacte desitjat o esperat de cada un dels projectes. A partir d'aquesta identificació s'intenta reconstruir de manera retrospectiva el camí d'impacte. Per tant, bona part de la sessió es treballen quins poden ser els *outcomes* transformadors i com es pot treballar per facilitar-los.

Les sessions SARIS també serveixen per crear comunitat amb les persones beneficiàries dels ajuts del PERIS. Intenten que els beneficiaris participants treballin amb una mirada més enllà dels objectius específics del seu projecte de recerca, compartir visions i experiències sobre l'impacte i situacions similars. Amb això es persegueix l'objectiu que augmenti la capacitat global del PERIS d'accelerar i millorar l'impacte en salut. El sentit de comunitat i l'aprenentatge mutu són tan importants com les pròpies habilitats.

La recent nominació d'AQuAS com a unitat associada al centre de recerca en polítiques d'innovació INGENIO del CSIC és una finestra d'oportunitats d'aprenentatge mutu sobre avaluacions formatives. Com s'ha dit més amunt, INGENIO és l'organisme que està desenvolupant les avaluacions formatives de les agendes compartides de la RIS3CAT i manté un lideratge internacional en avaluacions transformatives i polítiques d'innovació transformadora.¹⁷⁶

4.7. Participació en moviments de revisió crítica de sistemes d'avaluació

A la primera part d'aquest capítol s'ha esmentat l'existència de moviments internacionals, coalicions i crides a l'acció coordinades que funcionen com a grups de pressió o *advocacy* per a una reforma dels sistemes d'avaluació de la ciència que incorpori l'orientació i capacitat d'impacte de la recerca. La coalició CoARA es va crear amb ambició d'impulsar el canvi participatiu i coordinat. Tot i que la gènesi de CoARA és *bottom-up*, aquesta rep el suport i compromís (amb finançament) de la Comissió Europea —això posa en valor que aquest procés de canvi es faci de manera col·lectiva i participativa. El setembre del 2023 havien signat la carta de compromís CoARA, 619 organitzacions europees de recerca, incloent-hi agències finançadores i planificadores, universitats i centres de recerca, entre d'altres. En la mateixa data, el nombre d'entitats espanyoles que consten com a signatàries és de 70 (18 catalanes), la gran majoria universitats. Entre les institucions catalanes signatàries de CoARA hi ha la Institució CERCA i l'Agència de Qualitat Universitària (AQU). El Ministeri de Ciència, l'Agència Nacional d'Avaluació de la Qualitat de l'Acreditació (ANECA) i la Conferència de Rectors d'Universitats Espanyoles (CRUE) han creat un fòrum nacional per a la reforma del sistema d'avaluació de la recerca¹⁷⁷ que aplega els signants de l'Estat espanyol i les organitzacions interessades a seguir el debat des de prop. En el moment d'elaboració d'aquesta publicació s'està creant grups de treball tant a nivell europeu com a nivell espanyol per anar abordant de manera conjunta els compromisos CoARA.

¹⁷⁶ Molas-Gallart et al., 2021.

¹⁷⁷ La Moncloa <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/universidades/Paginas/2023/200123-foro-reforma-evaluacion-investigacion.aspx>

4.8. Convocatòria de recerca orientada als reptes urbans de la ciutat de Barcelona

L'Ajuntament de Barcelona impulsa, des del 2018, una línia de subvencions per a projectes de recerca i innovació que té com a objectiu abordar els reptes urbans actuals de Barcelona i la seva àrea metropolitana. Tots els projectes han d'aportar solucions innovadores que puguin informar a les polítiques públiques que s'impulsin des de l'administració local. La recerca que es finança s'ha de desenvolupar en col·laboració entre centres de recerca, universitats, entitats del tercer sector, administració pública i el sector econòmic, en àrees com ara la desigualtat, la salut comunitària, la sostenibilitat, la digitalització i l'envelliment. Entre el 2019 i el 2021, s'han subvencionat a través de convocatòries extraordinàries i amb una dotació total de 3,5 milions d'euros, un total de 29 projectes, que hi han implicat 188 persones investigadores. Així mateix, l'any 2022 es van obrir dues noves convocatòries de subvencions en col·laboració amb la Fundació "la Caixa" amb un pressupost de 2 milions d'euros. Aquestes iniciatives identifiquen com a impacte potencial informar les decisions polítiques futures per millorar la qualitat de vida dels ciutadans i construir una ciutat més sostenible i inclusiva. Un dels aspectes interessants d'aquesta aproximació és que el punt de partida no és una pregunta de recerca sobre la que es fa un projecte, sinó que és un repte i un problema complex associat. A partir del repte s'identifiquen els actors clau i un equip d'investigació. Els reptes que adreçaven la darrera convocatòria eren: densitat de població, espai públic i benestar social, benestar social amb relació a l'habitatge i els serveis bàsics, mobilitat sostenible de persones i productes, emergència climàtica i ciutat, envelliment de qualitat, infància i ciutat, ciutat i visitants, nous espais i models productius a la ciutat, alimentació sostenible i ciutat, tecnologia i millora dels serveis públics. Els projectes subvencionats es poden consultar a la web de l'Ajuntament de Barcelona.¹⁷⁸

¹⁷⁸ Ajuntament de Barcelona <https://www.barcelona.cat/barcelonaciencia/ca/subvencions-projectes-de-recerca-i-innovacio-en-collaboracio-amb-la-fundacio-la-caixa#projectes-subvencionats-en-la-convocatoria-2023>

Conclusions

La Llei de la ciència 9/22 menciona com a una de les finalitats últimes del sistema de recerca trobar solucions als problemes dels ciutadans i l'assoliment dels ODS a nivell global. Aquest capítol presenta, en una primera part, les bases conceptuals utilitzades internacionalment per a caracteritzar, avaluar i promoure l'impacte de la recerca en la vida real de les persones, els sistemes i serveis i el planeta. La segona part del capítol presenta bones pràctiques en avaluació *ex-post* i bones pràctiques en l'estímul de l'impacte *ex-ante*. A continuació es presenten algunes conclusions, que poden servir per estimular la consolidació de l'impacte de la recerca com a element central en la política científica catalana.

- El PN@SC i la Llei 9/22 ofereixen un marc per a desenvolupar una estratègia de país en impacte de la recerca. Els passos iniciats des del 2009 des de l'àmbit de la salut, l'agenda d'impacte de la Institució CERCA —ja incorporada en el mandat del Pla de Govern— i el desplegament de les RIS3CAT actual són pedres angulars que cal posar en valor per al desplegament de les noves línies d'acció de govern en transferència, innovació i societat del coneixement.
- Els avenços cap a una pràctica sistèmica promoguts per la Institució CERCA als centres i l'AQuAS per als beneficiaris dels ajuts a la recerca del PERIS poden servir de fonaments per a tot l'ecosistema. L'avaluació que s'està preparant per al 2024 de l'impacte dels centres CERCA guiada per un consell assessor internacional està posant uns fonaments útils per a tot l'ecosistema de recerca de Catalunya. La formació a la comunitat investigadora està estimulant una naixent comunitat de pràctica que, però, necessita suport amb temps i recursos per tal de consolidar-se. En aquest sentit, la figura de l'agent d'impacte ja consolidada en altres països emergeix com una necessitat de futur en els centres i universitats, que necessita reconeixement, competències i recursos propis.
- Els exemples presentats (tant en l'avaluació *ex post* com en el foment *ex ante* d'impacte) fan referència a recerca aplicada. Això no vol dir que la recerca bàsica no tingui impacte. Hi ha exemples internacionals que ho demostren. Per posar en valor l'impacte de la recerca bàsica es requereixen avaluacions sistèmiques amb recursos i rigor. De cara al futur, una de les troballes esperades d'una possible avaluació de l'impacte sistèmica dels centres CERCA és, justament, la identificació d'exemples robustos d'impacte de recerca bàsica.
- Pel que fa a evidències d'impacte, s'hi identifiquen facilitadors de l'impacte, bones pràctiques i conclusions extensibles en el si del nostre ecosistema. Els resultats i conclusions de les anàlisis de l'impacte de la recerca en salut i de la recerca agroalimentària confirmen les troballes internacionals que ajuden a identificar pràctiques d'estímul proactiu de l'impacte.
- Quant a exemples concrets, s'ha pogut presentar un nombre de "narratives d'impacte", totes elles basant-se en les plantilles comunes utilitzades internacionalment i promogudes des de Gran Bretanya: les narratives del pilot de CERCA del 2019, i les del Premi del Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili, i de la recerca infermera dels ajuts PERIS del Departament de Salut.
- Els conceptes i filosofia de RIA3CAT a nivell territorial finançats amb fons Next Generation poden servir de palanca per ser escalats a nivell sistèmic. Les metodologies i conceptes aplicats al model de regions de coneixement (*smart specialization*) poden donar una base del que pot funcionar a nivell sistèmic: centrar els esforços en reptes, agendes compartides, identificació de nínxols, especialització intel·ligent, avaluació formativa i escalada sistèmica.
- Les reformes que s'auguren en els processos d'avaluació de la ciència orientats cap a una producció de resultats i *outputs* científics que maximitzin l'impacte poden ser una altra palanca de canvi per a la consolidació de l'impacte en les agendes de recerca.
- Motivació i massa crítica. Del recull de bones pràctiques es percep l'existència d'una massa crítica motivada amb voluntat de participar en un debat local i global i en accions sistèmiques. En aquest

sentit, la formació promoguda a la comunitat investigadora i l'enfortiment de comunitats de pràctica poden ser elements clau per a transformar la motivació en progressos reals.

- Opcions de futur per una avaluació sistèmica. El model d'anàlisi de l'impacte dels resultats de la recerca en la societat, elaborat pel Departament de Recerca i Universitats i aprovat el gener del 2024, aplicable a diferents nivells i per un ampli ventall de propòsits, ofereix un paraigua que encaixa amb les experiències anteriors d'avaluacions ja fetes, i més important encara, encaixa amb la preparació sistèmica liderada per la Institució CERCA amb els seus centres i per AQUAS en l'àmbit de la salut. Els centres CERCA estan preparats per assumir a partir del 2024 una futura avaluació de narratives d'impacte que podrà aportar un relat sense precedents en la caracterització de la recerca a Catalunya. La comunitat de pràctica que s'ha creat té la doble força de crear capacitats dins dels centres i també de crear un moviment sistèmic d'aprenentatge i reforç mutu. S'espera, per tant, un salt important en el futur, que sense cap dubte pot estendre's per la resta del sistema de recerca, incloent-hi universitats.

Bibliografia

- ACUP (2011) *Impactes de les universitats públiques catalanes a la societat*. <https://indicadorsuniversitats.cat/wp-content/uploads/2020/08/impactes-a-la-societat-informe-2011.pdf>
- ACUP (2017) *Impactes socioeconòmics de les universitats públiques i el sistema públic de recerca de Catalunya*. https://indicadorsuniversitats.cat/wp-content/uploads/2020/08/socioeconomicos_2016_informe.pdf
- ACUP (2020a) *El valor social de les universitats públiques catalanes*. <https://indicadorsuniversitats.cat/impactes-de-activitat-universitaria-a-la-societat/valor-social-2020/>
- ACUP (2020b) *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes. Informe 2020*. https://indicadorsuniversitats.cat/wp-content/uploads/2020/12/recerca_2020_00_informe_ca_m.pdf
- Adam P, Solans-Domènech M, Pons JMV, Aymerich M, Berra S, Guillamon I, Sánchez E, Permanyer-Miralda G (2012) *Assessment of the impact of a clinical and health services research call in Catalonia, Research Evaluation, Volume 21, Issue 4, October 2012, Pages 319–328*, <https://doi.org/10.1093/reseval/rvs024>
- Adam, P., Ovseiko, P.V., Grant, J. et al. (2018) *ISRIA statement: ten-point guidelines for an effective process of research impact assessment*. *Health Res Policy Sys* 16, 8 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12961-018-0281-5>
- AQuAS (2018) *Sistema d'avaluació de la Recerca i Innovació en Salut (SARIS)*. Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya. https://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2018/SARIS_avaluacio_responsable_aquas2018.pdf
- Bayley, J. (2023) *Creating Meaningful Impact: The Essential Guide to Developing an Impact-Literate Mindset*. Emerald Publishers
- Bayley, J. E., Phipps, D., Batac, M., & Stevens, E. (2018) *Development of a framework for knowledge mobilisation and impact competencies*, *Evidence and Policy*, 14(04), 725-738. <https://doi.org/10.1332/174426417X14945838375124>
- Bush, V. (1945) *Science: The Endless Frontier: A Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research*, United States Office of Scientific Research and Development, National Science Foundation (reprint 1960), Washington DC
- Buxton M, Hanney S. (1996) *How can payback from health services research be assessed?* *Journal of Health Services Research & Policy*. 1996;1(1):35-43. <https://doi.org/10.1177/135581969600100107>
- Chams N, Guesmi B, Gil JM (2020) *Beyond scientific contribution: Assessment of the societal impact of research and innovation to build a sustainable agri-food sector*, *Journal of Environmental Management*, Volume 264, 15 June 2020, 110455
- CoARA (2022) *The Agreement on Reforming Research Assessment*. https://coara.eu/app/uploads/2022/09/2022_07_19_rra_agreement_final.pdf
- Etzkowitzz H, Leydesdorff L Eds (1997) *Universities and the Global Knowledge Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*, Cassell Academic, London
- European Commission (2014) *Rome Declaration on Responsible Research and Innovation in Europe*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/rome-declaration-responsible-research-and-innovation-europe>
- European Parliament (2013) *Regulation (EU) No 1291/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 establishing Horizon 2020 – the Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020) and repealing Decision No 1982/2006/EC Text with EEA relevance*. *Official Journal of the European Union [OJEU]*, L 347/104, of 20 December 2013. <http://data.europa.eu/eli/reg/2013/1291/oj>
- FCRI (2022) *Estat de la ciència de Catalunya*. <https://estatciencia.fundaciorececa.cat/>

Frank C, Nason E (2009). "Health research: measuring the social, health and economic benefits". *CMAJ*, March 03, 2009 180 (5) 528-534. <https://doi.org/10.1503/cmaj.090016>

Freeman, C (1988). "Japan: a new national system of innovation", *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London (1988), pp. 330-348.

Gallagher, R.V., Falster, D.S., Maitner, B.S. et al. (2020). "Open Science principles for accelerating trait-based. Science across the Tree of Life", *Nat Ecol Evol*, 4, 294–303 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1109-6>

Generalitat de Catalunya (2020) *Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement*. https://recercauniversitats.gencat.cat/ca/01_departament_recerca_i_universitats/PNSC/

Glover, M., Buxton, M., Guthrie, S. et al. (2014) *Estimating the returns to UK publicly funded cancer-related research in terms of the net value of improved health outcomes*. *BMC Med*, 12, 99. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-12-99>

Guesni B, Gil JM (2021) *The Impact of Public R&D Investments on Agricultural Productivity*. *Review of Economics and Finance*, 2021, 19, 284-291

Guillamón, I; Solans-Domènech, M; Permanyer-Miralda, G; Adam, P. (2012) *Impacte de la Convocatòria de Recerca Clínica i en Serveis Sanitaris en la presa de decisions informades i la capacitació. Resposta a un qüestionari*. *Annals de medicina*, 2012, Vol. 95, Núm. 2, p. 78-83. <https://raco.cat/index.php/AnnalsMedicina/article/view/283272>

Guthrie S, Pollitt A, Hanney S, Grant J. (2014) *Investigating Time Lags and Attribution in the Translation of Cancer Research: A Case Study Approach*. *Rand Health Q*. 2014 Jun 1;4(2):16. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR627.html

Hanney, S.R., Grant, J., Wooding, S. et al. (2004) *Proposed methods for reviewing the outcomes of health research: the impact of funding by the UK's 'Arthritis Research Campaign'*. *Health Res Policy Sys*, 2, 4 (2004). <https://doi.org/10.1186/1478-4505-2-4>

Helfrich CD, Li YF, Mohr DC, Meterko M, Sales AE (2007) *Assessing an organizational culture instrument based on the Competing Values Framework: Exploratory and confirmatory factor analyses*. *Implement Sci*. 2007;2:13.

Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L. et al. (2015) *Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research mètrics*. *Nature* 520, 429–431. <https://doi.org/10.1038/520429a>

Kenney, M. (Ed.) (2000) *Understanding Silicon Valley: The Anatomy of an Entrepreneurial Region*, Stanford University Press, Stanford CA.

Kline SJ, Rosenberg N (1986) *An overview of innovation. The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academic Press, Washington D.C (1986), pp. 275-305.

Kuznets S (1973) *Modern economic growth: findings and reflections*. *Am. Econ. Rev.*, 63 (3), pp. 247-258.

Lundvall B.A. (Ed.) (1992) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, London.

Mazzucato, M. (2013) *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Anthem Press, London

Mazzucato, M. (2018) *Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union. A problem-solving approach to fuel innovation-led growth*. European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5b2811d1-16be-11e8-9253-01aa75ed71a1/language-en>

Molas-Gallart, J., Boni, A., Schot, J., Giachi, S (2021) *A Formative Approach to The Evaluation Of Transformative Innovation Policy*, *Research Evaluation*, Volume 30, Issue 4, October 2021, Pages 431–442. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvab016>

OECD (2021) *The design and implementation of mission-oriented innovation policies. A new systemic policy approach to address societal challenges*. <https://doi.org/10.1787/3f6c76a4-en>

Parks S, Rodriguez-Rincon D, Parkinson S, Manville C (2019) *The changing research landscape and reflections on national research assessment in the future*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3200.html

Schot J, Steinmueller WE (2018) *Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change*, *Research Policy*, Volume 47, Issue 9, Pages 1554-1567. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>

Screenan N, Indrichs-Krapels, Pollitt A et al. (2019) *Impact by design: Planning your research impact in 7Cs*. *Emerald Open Res* 2019, 1:18. <https://doi.org/10.35241/emeraldopenres.13323.1>

Solans-Domènech M, Gavalda N, Permanyer-Miraldà G, Radó N, Vizcaíno E, Adam P (2019) *Estudi exploratori de l'impacte de la recerca a l'Hospital Universitari Vall d'Hebron*. Monogràfic del SARIS núm. 5. Sèrie sobre Recerca que Transforma. Barcelona: AQUAS; 2019. https://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2019/estudi_impacte_recerca_vhebron_saris5_aquas2019.pdf

Solans-Domènech M, MV Pons J, Rodriguez-Valiente N, Salvat-Plana M, Radó-Trilla N, Adam P (2018) *Com ha anat el primer PERIS d'infermeria*. Anàlisi de l'impacte immediat i directe de la recerca infermera del PERIS 2017 Monogràfic del SARIS núm 4. Sèrie sobre Recerca que Transforma. Barcelona: AQUAS; 2018. https://aquas.gencat.cat/web/.content/minisite/aquas/publicacions/2018/infermeria_peris_saris4_aquas2018.pdf

Solans-Domènech, M., Adam, P., Guillamón, I. et al. (2013) *Impact of clinical and health services research projects on decision-making: a qualitative study*. *Health Res Policy Sys* 11, 15. <https://doi.org/10.1186/1478-4505-11-15>

Turner JA, Guesmi B, Gil JM, Heanue K, Sierra M, Percy H, Bortagaray I, Chams N, Milne C. (2022) *Evaluation capacity building in response to the agricultural research impact agenda: Emerging insights from Ireland, Catalonia (Spain), New Zealand, and Uruguay*. *Evaluation and Program Planning*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2022.102127>

UNESCO (2021) *Recommendation on Open Science*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949>

Wilsdon, J., et al. (2015) *The Metric Tide: Report of the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management*. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4929.1363>

Glossari¹⁷⁹

Abast d'un impacte: extensió i diversitat de beneficiaris de l'impacte, en relació amb la significança de la naturalesa de l'impacte. L'abast s'avaluarà a partir del punt a partir del qual els potencials beneficiaris o grups de beneficiaris han estat assolits; no es tracta d'una mesura geogràfica i tampoc una mesura de beneficiaris en termes absoluts. El criteri s'aplicarà quan l'impacte s'hagi donat, independentment de la geografia o localització.

Actor: persona o col·lectiu que té un rol específic, interès o possible benefici de la recerca, ja sigui de manera directa o en la distància. Poden ser acadèmics consemblants (per exemple, altres persones expertes dins la disciplina que podrien utilitzar la metodologia, o persones expertes d'altres disciplines que podrien integrar la recerca en treballs futurs), tot i que normalment es consideren actors no acadèmics. En són alguns exemples: professionals sanitaris, pacients, ambientalistes, artistes, gestors/ores, inversors/ores, decisors/ores de polítiques públiques, associacions, socis industrials o qualsevol altre actor amb un interès en aquest context.

Actors clau: persones o col·lectius que són rellevants (o parts implicades) i que resulten crucials per assolir un impacte específic.

Agent d'impacte: perfil professional a cavall entre el perfil de l'investigador/a i el perfil del gestor/a de recerca ja que té funcions encabides en totes dues categories. En general, tracta d'un perfil professional relativament nou dins de les organitzacions, equips o xarxes que té funcions de monitoratge i d'avaluació de l'impacte la recerca (interna, dins la mateixa organització o grup), i al mateix temps també té funcions de planificació i facilitació de l'impacte (de la mateixa xarxa, organització o grup). En general, es requereixen competències relacionades amb la recerca, amb la comunicació, amb gestió de programes, amb estratègia i gestió del canvi.

Anàlisi (o aprenentatge): possible propòsit de l'avaluació de l'impacte de la recerca per entendre com funciona la recerca, quin impacte pot tenir i com la recerca es trasllada en canvis en el món real. L'anàlisi pot ser útil per entendre perquè, com, quan i si la recerca és efectiva en la seva missió de transformació i com podem millorar-la (per exemple amb més finançament).

Aplicacions o *outcomes* transformadors: productes secundaris amb una clara direcció (o orientació) al canvi, a la transformació o a l'impacte. Normalment tenen una associació potencial o real amb un impacte a través d'una evidència de contribució o atribució.

Aplicacions, adopcions, *outcomes*: En alguns casos es tracta els *outcomes* com a coneixement del resultat últim aconseguit d'un nou coneixement o una nova recerca (és a dir, d'allò nou que sabem), normalment amb format d'*outputs* que faciliten el camí d'impacte si es fa servir per part de la societat. En altres casos els *outcomes* es tracten com a canvis intermedis o directes de la recerca que poden convertir-se en impacte quan són adoptats o escalats en el temps. Si s'ajunten ambdues visions, els *outcomes* es poden entendre com una fita a final del procés de recerca però que necessita un esforç addicional per ser traslladat a impacte. La definició concreta, doncs, pot dependre del finançador o context.

Aplicacions, adopcions, *outcomes* (definició de la Comissió Europea): en el cas dels projectes, la Comissió Europea fa servir la següent definició: "Els efectes esperats a mitjà termini de projectes que han rebut suport dins d'un àmbit o tema específic. Els resultats d'un projecte haurien de contribuir les aplicacions, adopcions o *outcomes* facilitats en particular per activitats de disseminació i explotació. Això pot incloure l'adopció, difusió, desplegament i/o utilització dels resultats del projecte a través de grups diana directes. Els productes secundaris normalment emergeixen durant o just després del final del projecte".

Assignació de recursos: possible propòsit de l'avaluació de l'impacte de la recerca amb un impacte en la decisió sobre com distribuir (assignar) recursos en el sistema de recerca.

Atribució: possibilitat d'associar —o lligar causalment— una recerca específica a uns efectes observats. Reflecteix fins a quin punt un impacte pot ser atribuïble o causat per la contribució d'una recerca.

Avaluació de la recerca: avaluació dels recursos, processos, resultats primaris i resultats secundaris de la recerca així com de les persones que l'executen i faciliten.

¹⁷⁹ Aquest Glossari ha estat elaborat pel Research Impact Assessment Advisory Board de CERCA amb la col·laboració d'AQuAS.

Avaluació de l'impacte de la recerca (RIA): exercici d'examinar o avaluar l'impacte d'un coneixement determinat. Normalment els propòsits de RIA es classifiquen en quatre, o sis categories (veg. 4 "A" i 6 "A"): promoció, retiment de comptes, anàlisi, assignació, reconeixement i transformació (vegeu cada cas en aquest glossari)

Avaluació formativa (*transformative evaluation, responsible evaluation*): avaluació que es produeix durant el procés de recerca amb l'objectiu de facilitar, afavorir i incrementar el seu impacte. També s'anomena avaluació responsable o avaluació transformadora. En el marc de les 4 (o 6) "A", es referiria a la "A" d'Adaptació o Transformació i la "A" d'Anàlisi o Aprenentatge. Una característica d'aquest enfocament avaluatiu és que l'avaluador esdevé un actor clau, corresponsabilitzant-se de l'impacte.

Avaluació sumativa: avaluació que es produeix al final del procés de recerca per tal de determinar quin impacte s'ha assolit. L'avaluació sumativa normalment està orientada a identificar què ha passat i com ha passat, per tal d'informar una de les 6 "A" de l'impacte de la recerca. Molts models d'impacte de la recerca del món utilitzen processos avaluatius sumatius. Per l'avaluació durant el procés, vegeu "Avaluació formativa".

Beneficiari/ària: actors que es beneficien de la recerca d'una manera o d'una altra. A vegades es poden trobar les paraules "directe" o "últim" acompanyant respectivament el terme beneficiari/ària, referint-se a aquells/es que es beneficien més directament de la recerca, o aquells/es que part de la diana o del públic objectiu a qui va dirigit l'impacte.

Bibliometria: utilització de mètodes estadístics per analitzar llibres, articles i altres publicacions, especialment en contextos científics. La bibliometria mesura l'atenció que rep una unitat d'evidència per part de la comunitat científica i els indicadors sovint fan servir mesures de citacions, de l'impacte de les revistes o dels índexs individuals com ara h-índex. La bibliometria sovint s'apropa molt a la cienciometria (*scientometrics*), que és l'anàlisi de mètriques i indicadors científics, fins al punt que sovint coincideixen. La bibliomètrica com a indicador de qualitat està essent cada vegada més qüestionada, amb el sorgiment de moviments que defensen la ciència oberta i la recerca responsable que a poc a poc van transformant i desplaçant la bibliometria del panorama científic.

Camí d'impacte: destil·lació de cada pas del procés des dels inputs de la recerca fins a l'impacte, passant pels indicadors de procés, els productes primaris de la recerca, la divulgació, l'explotació, comunicació i els productes secundaris. Alguns finançadores de recerca demanen que s'especifiqui el camí de l'impacte mentre altres només esperen que s'especifiqui la lògica que hi ha al darrera. Sovint els camins d'impacte es presenten de manera lineal per simplificar, però fins i tot quan el camí és més iteratiu cal explicar el fonament lògic de manera realista, mesurable i amb uns clars propòsits.

Camí d'impacte (definició de la Comissió Europea per al cas dels projectes): passos lògics cap a l'assoliment dels impactes esperats d'un projecte al llarg del temps, i en particular més enllà de la durada del projecte.

Ciència oberta: concepte i moviment en contínua evolució. Inicialment el concepte anava dirigit a fer el procés científic (incloent publicacions, dades, mostres i programari) més accessible i transparent a tots els nivells de la societat, ja sigui amateur o professional. Inicialment incorporava pràctiques com publicar en accés obert, fer campanyes per l'accés obert, animar els/les científics/ques a practicar amb *open-notebook science* (com ara compartir les dades i codis en obert), ampliar la divulgació i la implicació en ciència i facilitar el procés de publicar, accedir i comunicar coneixement científic. Aquest concepte ha evolucionat i s'ha ampliat amb els anys incorporant les dimensions RRI (veg. Recerca i Innovació Responsables) com ara la integritat i ètica científica, la igualtat de gènere, la incorporació de la perspectiva de gènere en els continguts de la recerca, la participació i implicació d'actors clau i del públic en general, i la divulgació). Més recentment, la UNESCO ha publicat unes recomanacions que obren encara més el concepte de ciència oberta, incorporant-hi aspectes relacionats amb l'impacte i la transformació. La UNESCO proposa quatre dimensions: coneixement científic obert (hi inclou publicacions en obert, dades de recerca en obert, recursos educatius en obert, fonts de programari i codis en obert, i maquinari en obert), infraestructures de recerca obertes (virtuals i físiques), implicació oberta dels actors socials (ciència oberta, voluntariat científic, *crowdsourcing* i *corwdfunding*) i finalment diàleg obert amb altres sistemes de coneixement (comunitats locals, grups perifèrics i comunicats acadèmiques perifèriques).

Cocreació o coproducció: fet de treballar conjuntament amb actors no acadèmics al llarg de tot el procés per a concebre, dissenyar, executar, analitzar, interpretar, divulgar i/o implementar recerca. La cocreació es pot considerar com una forma de mobilització de coneixement més profunda, on els actors no acadèmics no només estan implicats de manera igual contribuint amb la seva pròpia expertesa, accés a dades, espais

i poblacions. Els actors acadèmics i no acadèmics s'han de posar d'acord sobre la implicació dels actors no acadèmics i mostrar-se oberts a les necessitats identificades pels actors no acadèmics.

Contribució: una cosa que una activitat de recerca probablement porti o faci per ajudar a produir, aconseguir, transformar o canviar alguna cosa juntament amb altres persones, o per ajudar que alguna cosa tingui èxit.

Coproducció: vegeu "Cocreació".

Destinatari/ària últim/a de la recerca: vegeu "Beneficiari/ària".

Divulgació/disseminació: acte de comunicar, transmetre o compartir els productes de la recerca dins del món acadèmic o fora del món acadèmic. La comunicació (així com la implicació) a audiències no acadèmiques no es considera un impacte de la recerca llevat que aquesta activitat de comunicació contribueixi a establir un canvi o efecte en accions, actituds i presa de consciència fora de l'entorn acadèmic.

Estudi de cas d'impacte: vegeu "Narrativa d'impacte".

Gestió i Mesura de l'Impacte (IMM): identificació i consideració dels efectes positius i negatius que la recerca té en les persones, la societat, el medi ambient, l'economia, la cultura i el planeta, i posteriorment identificació de maneres de mitigar els efectes negatius i maximitzar els efectes positius en alineació amb uns reptes o missions existents.

Impacte de la recerca: probables efectes o beneficis de la recerca en el món real (per exemple, l'economia, la societat, la cultura, el medi ambient i el planeta), més enllà de l'àmbit acadèmic. L'impacte pot sorgir en qualsevol moment, localització o tipologia. Els impactes es poden entendre com recerca que ha portat increments (eficiència, efectivitat, benestar, implicació, accés, beneficis, qualificacions, competències, millores), reduccions (mortalitat, rebuig, riscos, costos, precarietat, estrès, crim), prevenció o aturades (pràctiques perilloses o insegures, deteriorament). L'impacte es corrobora amb evidència qualitativa i/o quantitativa que mostra aquests canvis en la vida real. Atès que l'impacte està associat a un canvi en la vida real, no es poden fer servir indicadors orientats a l'interès acadèmic, la reputació acadèmica, les cites o publicacions a revistes acadèmiques. L'impacte pot sorgir de les troballes científiques (coneixement nou) o del procés de recerca (la pràctica de la recerca actua com a catalitzador del canvi). Les expectatives sobre impacte o l'avaluació d'impacte estan determinades pel context (per exemple, si hi ha directrius que determinen la política d'assignació de recursos).

Impacte de la recerca (definició de la Comissió Europea en el cas dels projectes de recerca). "Efectes amplis i a llarg termini en la societat (inclòs el medi ambient), l'economia i ciència, facilitats pels productes primaris i secundaris de la inversió en recerca i innovació. Es refereix a la contribució científica del projecte als impactes esperats del programa. Els impactes normalment succeeixen després del final de projecte".

Implementació de coneixement: vegeu "Mobilització de coneixement".

Implicació (en anglès *engagement*): connexió activa amb actors no acadèmics per tal de donar forma, realitzar, compartir o utilitzar la recerca. Alguns tipus de grups podrien ser el públic general, planificadors/es de polítiques, emprenedors/es, filàntrops, etc. La implicació és un prerrequisit per aconseguir un impacte, i per tant recollir evidència sobre aquesta implicació pot ser un indicador primerenc d'impacte. No obstant això, la implicació (i divulgació) a audiències no acadèmiques no es considera impacte de la recerca si aquesta no contribueix a establir o facilitar un canvi o efecte en activitats, actituds, presa de consciència dels actors no acadèmics.

Indicadors d'impacte: unitats d'evidències que un impacte s'ha produït, com per exemple un augment dels beneficiaris, un canvi en una política o una reducció de rebuig.

Interaccions productives: intercanvis entre investigadors i investigadores i actors a través dels quals es produeix o es valoritza un coneixement que és robust científicament i rellevant socialment.

Mobilització de coneixement: activitats per connectar de manera activa membres de la societat en qualsevol moment del procés de recerca. Termes semblants són: intercanvi de coneixement, transferència, implementació, implicació, *brokerage* i *outreach*. La mobilització del coneixement ha d'informar al procés de recerca (disseny, mètodes, interpretació, implementació) i ajudar a comunicar a ambdues bandes a entendre què necessita la societat. La mobilització del coneixement pot ser avaluada o valorada fent servir demostracions quantitatives o qualitatives d'activitats (per exemple, visites a escoles, oferta de formació, reunions efectuades, informes compartits, etc.), però no és impacte (o canvi) en si mateixa.

Mobilitzador / intermediari de coneixement: agent o professional que té com a funció dur a terme la mobilització de coneixement (vegeu mobilització de coneixement).

Narrativa d'impacte: declaració que explica com una unitat de recerca ha portat a canvi(s) en la vida real. L'estructura d'una narrativa (o "estudi de cas") està determinat pel sistema d'avaluació en qüestió, però normalment inclou seccions que descriuen la recerca (amb referències), descriuen el(s) impacte(s) i ofereixen evidència per corroborar l'impacte. La narrativa articula l'enllaç entre la recerca i l'impacte, i com la recerca ha contribuït, presentant una justificació de com l'impacte es pot atribuir a la recerca.

Procés de recerca: activitats i esforços que es duen a terme per tal d'assolir una recerca.

Producció de coneixement: acció de generar nou coneixement o recerca. Aquest terme és sinònim d'exploració, investigació, experimentació i observació.

Productes intermedis: processos o accions de dur a terme recerca per convertir *inputs* (recursos) en *outputs* (productes) de la recerca

Productes primaris (de la recerca): unitats o de productes que es produeixen durant el procés de recerca, ja siguin articles a revistes científiques, treballs publicats, informes, bases de dades, programaris, metodologies, resultats artístics o mostres. Normalment els *outputs* inclouen el nou coneixement assolit per la recerca (una troballa, una confirmació, una validació, una hipòtesi rebutjada o un desenvolupament). Els productes primaris sovint es mesuren amb bibliometria (és a dir, anàlisi de citacions).

Promoció (advocacy): possible propòsit d'una avaluació d'impacte; avaluació d'impacte per a demostrar els beneficis en la vida real de donar suport a la recerca i per a promoure una millor comprensió de la recerca i els seus processos entre planificadors de polítiques i el públic en general. La promoció és una eina potent per a demostrar el retorn de les inversions en recerca, del finançament i de la prioritització de la recerca en polítiques públiques.

Recerca i Innovació Responsables (RRI): concepte transversal promogut des de la Comissió Europea des del 2014. Aquest concepte inclou diferents dimensions, entre les quals hi ha la involucració de la societat en els processos de recerca i innovació per alinear les adopcions o *outcomes* de la recerca amb els valors de la societat. RRI també és un concepte que connecta diferents aspectes de la relació entre ciència i innovació i societat com ara: implicació de la societat, accés obert, igualtat de gènere, educació i divulgació científica, ètica i governança.

Recerca: acte de descoberta de coneixement, definit per l'OCDE en el Manual Frascati de la següent manera: "treball creatiu i sistemàtic dut a terme per a incrementar l'estoc de coneixement —incloent-hi coneixement sobre l'ésser humà, la cultura i la societat". L'impacte ha de sorgir de la recerca, però aquesta recerca pot provenir de projectes individuals, portafolis construïts al llarg de carreres, programes o equips de recerca, departaments d'universitats o centres, institucions en un sentit ampli o de diverses institucions juntes.

Reconeixement (acclaim): possible propòsit de l'avaluació d'impacte de la recerca, tot facilitant reconeixement i reputació per a la recerca i les institucions d'educació superior.

Recursos: recursos financers, humans, materials, tecnològic, fonts d'informació i altres recursos tangibles o intangibles proveïts pels actors (agències finançadores, governs, donants, implementadors de programes i beneficiaris) que s'utilitzen per a dur a terme i implementar un procés de recerca.

Resultats (de la recerca): troballes d'un procés científic. Això hi inclou, per exemple, aspectes com nova evidència, solucions innovatives, algorismes, prova de concepte, nous models, recomanacions de polítiques, guies, prototips, bases de dades, investigadors i investigadores formats, noves infraestructures, xarxes, etc. Normalment els resultats de la recerca es descriuen en els *outputs*

Retiment de comptes: possible propòsit d'una avaluació d'impacte de la recerca per a justificar accions i decisions relacionades ab el procés de la recerca o amb el camí d'impacte, i per assegurar que els recursos s'han fet servir de manera eficient i efectiva. Normalment aquest propòsit va dirigit a ciutadans / contribuents, donants i actors clau.

Significança d'un impacte: grau a partir del qual l'impacte ha facilitat, enriquit, influït, informat o canviat un rendiment, una política, una pràctica, un producte, un servei, una adopció, una pesa de consciència, o un benestar dels beneficiaris.

Transferència de coneixement: vegeu "Mobilització de coneixement".

Transformació (o adaptació): possible propòsit d'una avaluació d'impacte de la recerca orientat a promoure un canvi en estructures organitzatives, comportaments individuals, cultures, activitats de recerca i prioritats.

Usuaris/àries de la recerca: actors clau que utilitzen els resultats de la recerca d'una manera o altra.

Sigles i acrònims

ACUP: Associació Catalana d'Universitats Públiques
AQU: Agència de Qualitat Universitària
AATRM: Agència d'Avaluació de Tecnologies i Recerca Mèdiques
AQuAS: Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya
CERCA RIAAB: CERCA Research Impact Assessment Advisory Board
COaRA: Coalició per a l'avenç de l'avaluació de la recerca
CREDA: Centre de Recerca en Economia i Desenvolupament Agroalimentari
CREAF: Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals
CRUE: Conferència de Rectors d'Universitats Espanyoles
CSIC: Consell Superior d'Investigacions Científiques
CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation d'Austràlia
DORA: Declaration on Research Assessment
EAPC: Escola d'Administració Pública de Catalunya
FCRI: Fundació catalana per a la Recerca i la innovació
IrsiCaixa: Institut de Recerca de la Sida - la "Caixa"
IRTA: Institut de Recerca i tecnologia Agroalimentàries
ISRIA: International School on Research Impact Assessment
IVÀLUA: Institut Català d'Avaluació de Polítiques Públiques
NIHR: National Institutes of Health Research
OCDE: Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic
ODS: Objectius de Desenvolupament Sostenible
PERIS: Pla Estratègic de Recerca i Innovació en Salut, del Departament de Salut
PIPA: Participatory impact pathway approach
PN@SC: Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement
REF: Research Excellence Framework
RIACAT: Seminari RIACAT d'avaluació de l'impacte de la recerca a Catalunya
RIS3CAT: Estratègies de recerca i innovació per a l'especialització intel·ligent de Catalunya
RRI: Recerca i Innovació Responsables
SARIS: Sistema d'Avaluació de la Recerca i la Innovació en Salut del PERIS
UAB: Universitat Autònoma de Barcelona
URV: Universitat Rovira i Virgili
VHIR: Institut de Recerca Vall Hebron

Collaboració

Maite Solans-Domènech, AQuAS

Agraïments

Xavier Ariño, Universitat Autònoma de Barcelona

Julie Bayley, Lincoln Impact Literacy Institute, University of Lincoln

Jordi Cartanyà, Universitat Rovira i Virgili

Tatiana Fernández, Departament d'Economia, Generalitat de Catalunya

Jordi Gavalrà, Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili

Xavier Gironès, Departament de Recerca i Universitats, Generalitat de Catalunya

Jon Holmes, Research Council Norway

Rosina Malagrida, IRSICaixa

Ismael Peña-López, EAPC

David Phipps, Research Impact Canada, University of York

Lluís Rovira, Institució CERCA

Anabel Sánchez, CREAM

Índex de taules, figures i quadres

Taules

Taula 1. Títols d'algunes de les narratives dels centres CERCA recollides en el pilot del 2019. Font: Institució CERCA	166
Taula 2. Vector d'impacte del cas d'estudi de l'IRTA. Estudi de cas: impacte sobre el cultiu d'arròs i pràctiques sostenibles (Programa Orígens™-IRTA & Kellogg's)	172
Taula 3. Característiques del Premi Impacte Social del Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili. Font: Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili	173
Taula 4. Narratives d'impacte ex ante i ex post del Premi Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili, selecció dels anys 2020 al 2021. Font: Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili	174
Taula 5. Impactes i reptes de les agendes compartides RIS3CAT. Font: elaboració pròpia.....	178
Taula 6. Interrelacions entre actors de l'agenda compartida de Manresa-Bages. Font: elaboració pròpia	179
Taula 7. Marc competencial pel treball col·laboratiu en recerca i innovació de l'Escola d'Administració Pública de Catalunya (EAPC). Font: EAPC	181

Figures

Figura 1. Definició d'impacte de la recerca.....	158
Figura 2. "Camí d'impacte" o impact pathway.....	161
Figura 3. Avaluació tradicional de la recerca.....	162
Figura 4. Factors essencials i facilitadors de l'impacte de la recerca	169
Figura 5. Impacte de la primera convocatòria de recerca infermera del PERIS.....	170
Figura 6. Impactes potencials d'una selecció de projectes de recerca a l'Hospital Universitari de la Vall d'Hebron.....	171

Quadres

Quadre 1. Necessitats no cobertes pel sistema tradicional d'avaluació de la recerca.....	162
Quadre 2. Les narratives d'impacte.....	165
Quadre 3. El Plans Estratègics de Recerca i Innovació en Salut (PERIS).....	169



CAPÍTOL 5.

Internacionalització de la recerca

Montse Daban

Resum executiu

Les forces que determinen les prioritats de la ciència i la tecnologia i el seu desenvolupament provenen tant de les dinàmiques internes i mètodes de l'R+D+I, com dels contextos sociopolítics i la cursa per resoldre problemes globals. La necessitat d'una resposta coordinada enfront dels principals reptes contemporanis requereix un fort compromís de la comunitat científica per col·laborar i compartir. Prenent com a referència els Objectius per al Desenvolupament Sostenible incorporats a l'Agenda 2030 de les Nacions Unides,¹⁸⁰ els problemes globals solen estar estretament relacionats i són profundament complexos. S'espera de la ciència que permeti avançar en la comprensió d'aquests i que faci contribucions decisives per resoldre'ls.

Més d'una definició d'internacionalització de la recerca és possible, des de visions més tradicionals on el focus es posa en les relacions entre experiències personals amb zones i cultures que no són les pròpies, a una visió més holística, per la qual la internacionalització és en si mateixa un instrument per millorar la qualitat i els resultats de l'activitat realitzada, incrementar la contribució de valor i l'impacte social de la recerca, i adreçar els grans reptes globals a partir del coneixement. I també és possible una visió més operativa, que analitza l'activitat internacional en contraposició a la domèstica, elaborant rànquings i comparatives on internacionalització s'equipara a acompliment.

En aquest capítol observarem la internacionalització de la recerca com el procés d'integrar perspectives globals, fomentar col·laboracions i expandir les activitats de recerca més enllà de les fronteres nacionals. Un procés que inclou la incorporació d'elements internacionals al camp de la recerca, facilitant l'intercanvi intercultural, el compartiment de coneixement i la cooperació entre investigadors, institucions i països, i que es pot manifestar de diverses maneres.

És més fàcil ara convèncer de la necessitat de col·laborar internacionalment en ciència i tecnologia, havent viscut l'enorme impacte del treball en xarxa vers un objectiu comú com ha estat l'assoliment de solucions enfront de la COVID-19. Però, per bé que la pandèmia hagi posat dramàticament de relleu els ja coneguts beneficis de la col·laboració científica, es mantenen barreres econòmiques, socials i polítiques que obstaculitzen l'esforç internacional coordinat i efectiu per als béns comuns. No tan sols el fenomen és fonamental en tant que manifestació d'aquests esforços coordinats, és també una fórmula —amb biaixos— per augmentar l'impacte de la recerca a les nostres comunitats i fer que transcendeixi, per elevar carreres investigadores, infraestructures i sistemes tecnològics a estàndards internacionals, per accedir a recursos a nivells superiors als nacionals, avançar en el coneixement amb credibilitat global i actuar dins d'unes normes i acords justos, ètics i subjectes a la vigilància internacional.

En aquest capítol tractem les diferents maneres en què pot manifestar-se la internacionalització en la recerca: col·laboració, mobilitat, creació de xarxes i plataformes internacionals per compartir els resultats de la recerca, finançament i accés obert. Comentem les forces facilitadores i les barreres que limiten la internacionalització del coneixement, així com les mètriques per quantificar les capacitats d'internacionalització de les institucions i països i les estratègies per impulsar-la. Recollim i discutim les mètriques d'internacionalització del sistema de coneixement de Catalunya i les seves institucions, i destaquem algunes polítiques que la promouen a escala de tot el país.

¹⁸⁰ <https://sdgs.un.org/goals>

1. L'imperatiu de la col·laboració internacional

La complexitat dels processos de generació de nou coneixement i l'amplitud de la visió que requereixen fan que els científics hagin de col·laborar per assolir l'abast necessari i per obtenir resultats significatius. És l'anomenat "imperatiu de la col·laboració":¹⁸¹ els projectes en col·laboració internacional proporcionen conclusions més enllà de les que un equip podria aconseguir aïlladament. Ningú no dubta ja que la col·laboració internacional millora la qualitat de la recerca, impulsa avenços de frontera en un temps més curt i incrementa l'impacte de la producció científica. El progrés de les tecnologies de la informació i d'Internet —objectes també de recerca incremental— han reduït el cost de la comunicació internacional i han potenciat l'intercanvi en ciència. Amb les noves maneres de recollir i compartir informació han sorgit innovadors models de transferència de coneixement internacional. L'agenda de recerca dels països està marcada, cada cop més, per temes de dimensió global.

Però malgrat que el coneixement científic avança més ràpidament i amb major impacte en col·laboració internacional, hi ha forces que la dificulten. La resistència de la dimensió local, el pes del finançament públic en la política científica i tecnològica, l'alteració de la mobilitat davant la crisi climàtica, les barreres culturals i lingüístiques, la inèrcia de les xarxes personals i institucionals i les tensions creixents entre les superpotències són factors que contraresten les forces que incentiven la internacionalització. És cert que la COVID-19 ha impulsat la col·laboració amb pràctiques sense precedents, però també ha distanciat durant mesos els grups de recerca. Recuperar les dinàmiques no es fa d'un dia per l'altre. Els conflictes geopolítics fan difícil col·laborar amb estudiosos d'algunes de les nacions que han experimentat un major creixement en la producció científica en les darreres dècades.

Per dissenyar polítiques que millorin la competitivitat dels països i organitzacions és necessari entendre l'impacte de la recerca internacional i gestionar els factors i mecanismes que hi influeixen. En aquest apartat analitzem amb cert detall les forces, incentius, barreres i dificultats que incideixen en el fenomen de la col·laboració internacional.

1.1. Forces i incentius a la col·laboració internacional

Les forces que mouen a col·laborar internacionalment són potents. L'abast i complexitat de l'activitat científica impulsa la necessitat de treballar amb grups d'altres països, esdevenint un patró comú i creixent en la ciència global des de mitjan del segle XIX.¹⁸²

Excellència davant la complexitat: en les col·laboracions internacionals a escala individual i institucional, l'excellència cerca l'excellència. Adams va analitzar articles de tres dècades i va comentar a *Nature* que la millor ciència es produeix en col·laboració internacional.¹⁸³ Entre 2009 i 2018, la majoria d'articles internacionals publicats en coautoria internacional per les universitats britàniques d'Oxford i Cambridge —1a i 3a mundial segons *Times Higher Education* (THE)—¹⁸⁴ es van signar amb el Centre Nacional per a la Recerca Científica (CNRS) francès, la Universitat de Harvard (2a a THE i 2a a *Nature Institutions Index*)¹⁸⁵ i la Universitat Paris-Saclay. L'Institut Federat de Tecnologia (ETH) de Zúric va ser coautor de la majoria dels articles internacionals amb el CNRS, la Universitat Paris-Saclay i l'Institut Tecnològic de Califòrnia. I la Universitat Ludwig Maximilian (LMU) de Múnic va ser coautora de la majoria dels articles internacionals amb el CNRS, la Universitat de Harvard i la University College London (UCL). Totes elles són entitats que

¹⁸¹ Bozeman and Boardman, 2014.

¹⁸² Beaver and Rosen, 1978.

¹⁸³ Adams, 2013.

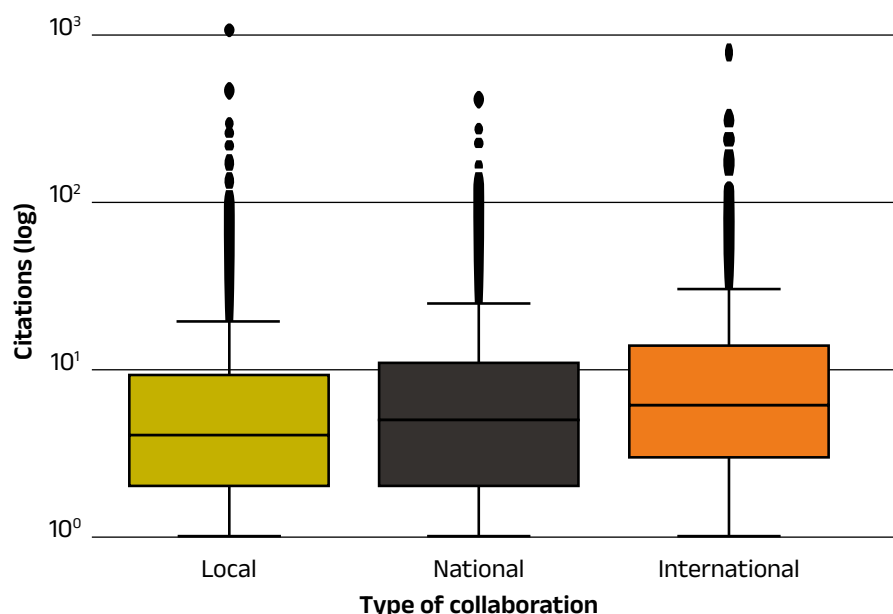
¹⁸⁴ Vegeu el rànquing mundial de *Times Higher Education* 2023.

¹⁸⁵ Vegeu el *Nature Index* 2023.

lideren rànquings acadèmics i institucionals. Les institucions d'alt rendiment atrauen talent internacional i col·laboracions amb altres entitats excel·lents, donant lloc a articles conjunts molt citats.¹⁸⁶ Com més es mogui una científica o científic entre aquesta elit, més probable és que sigui membre actiu del que Wagner va anomenar "l'acadèmia global invisible".¹⁸⁷

Reconeixement, impacte, progrés acadèmic: més enllà del desig d'incrementar el coneixement o l'intercanvi de capacitats i dades, hi ha forces que es relacionen amb el major impacte que assolix el coneixement generat en col·laboració internacional respecte al local o nacional. La literatura prova que, a mesura que augmenta el nivell de col·laboració, augmenten les citacions i l'impacte de la publicació. La figura 1¹⁸⁸ representa de manera estandarditzada el nombre de citacions en la col·laboració local, nacional i internacional. Aquesta figura forma part d'un estudi que examinava entrades de la *Library and Information Science* (LIS)¹⁸⁹ del període 2015-2019 i que conclouia que el nombre màxim de citacions sense valors atípics, així com en la mediana de citacions (escala logarítmica a l'eix y), són més altes com més avança el tipus de col·laboració (local < nacional < internacional). El nombre inclòs al 25% de treballs més citats augmenta quan la col·laboració acadèmica internacional és més alta.

Figura 1. Patró en les distribucions de cites segons els tipus de col·laboració. Font: Vélez-Estévez et al. (2022)



Però no només els articles més internacionalitzats solen ser citats més sovint. Vinculat a l'impacte bibliomètric arriba el reconeixement acadèmic,¹⁹⁰ un millor accés a finançament i un increment de reputació que permet als científiques i científiques progressar en els seus camps. En els anys 80 del segle passat es va impulsar la idea del "cicle de credibilitat",¹⁹¹ que traduïa articles de prestigi en reconeixement, el qual conduïa a finançament, generava nous resultats, nou coneixement i més articles, cicle que s'accelera amb la col·laboració internacional. Tot i que aquest model reflecteix com la internacionalització ha aportat credibilitat als investigadors i investigadores, i a les institucions i els països, no resisteix la revisió dins d'un marc actual d'impacte social del coneixement. Considerem oportú destacar que, en aquest cicle, tots els actors (personal de recerca, agències finançadores, editorials...) no necessàriament alineen els seus interessos amb els objectius col·lectius de la ciència. Convidem a reflexionar sobre com el sistema d'incentius i recompenses a la recerca pot provocar que el treball que més beneficia la societat no sigui prioritzat per

186 Kwiek, 2020.

187 Wagner, 2008 i 2018.

188 Vélez-Estévez et al., 2022.

189 Corpus que forma part de la base de dades de la Web of Science (WoS).

190 Jeong et al., 2014.

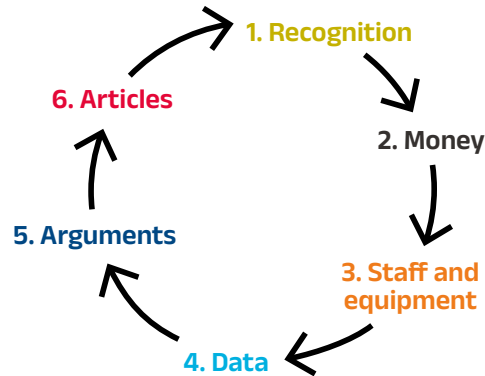
191 Concepte introduït per Latour i Woolgar l'any 1986 i revisat pels mateixos autors l'any 1979.

damunt del que dona més crèdit acadèmic i ofereix més oportunitats a l'evolució professional d'agents relacionats (ho comenta Miedema [2018], del qual en reproduïm la reflexió a la figura 2).

Figura 2. El "cicle de reconeixement" de Latour & Woolgar (1986), revisat i anotat per Miedema (2018)

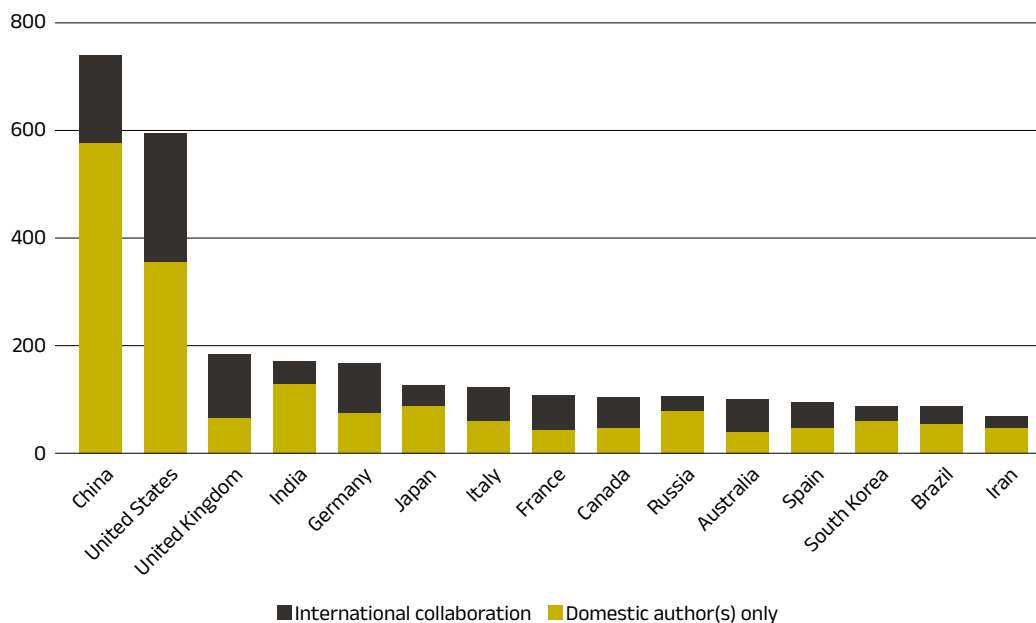
How reserchers get credit

Society is largely absent
Quality is dominantly defined in bibliometric terms and funding obtained
Open Science and data sharing not rewarded



La globalització front a la geopolítica: la difusió del coneixement i la tecnologia a través de les fronteres s'ha intensificat a causa de la globalització, fenomen antic però terme d'ús comú des de 1980. A inicis dels anys 2000, la globalització ja es veia com una "megatendència"¹⁹² i l'any 2012 Adams¹⁹³ publicava a *Nature* una projecció sobre un canvi fonamental en la geografia de la ciència i l'expansió de les xarxes de col·laboració a totes les regions del món, vaticinant que l'eix Estats Units-Europa, dominant des de 1945, deixaria de ser-ne el principal cap al 2020. Efectivament, l'any 2016 la Xina va superar en producció científica els Estats Units. Segons la NSF¹⁹⁴ l'any 2020 es va assolir la xifra global de 2,9 milions d'articles (dades Scopus), i els països amb major contribució van ser la Xina (23% de la producció global) i els EUA (amb 16%). Al gràfic 1 es poden observar els principals productors i el pes de la col·laboració internacional en la seva producció. En aquest cas es consideren publicacions d'una selecció d'actes de conferències i revistes avaluades per experts en els camps de la ciència i l'enginyeria de Scopus, classificats segons any de publicació i assignats a una regió, país o economia segons recompte complet.

Gràfic 1. Coautoria internacional d'articles de ciència i enginyeria dels 15 principals països productors. Any 2020. Font: National Science Foundation



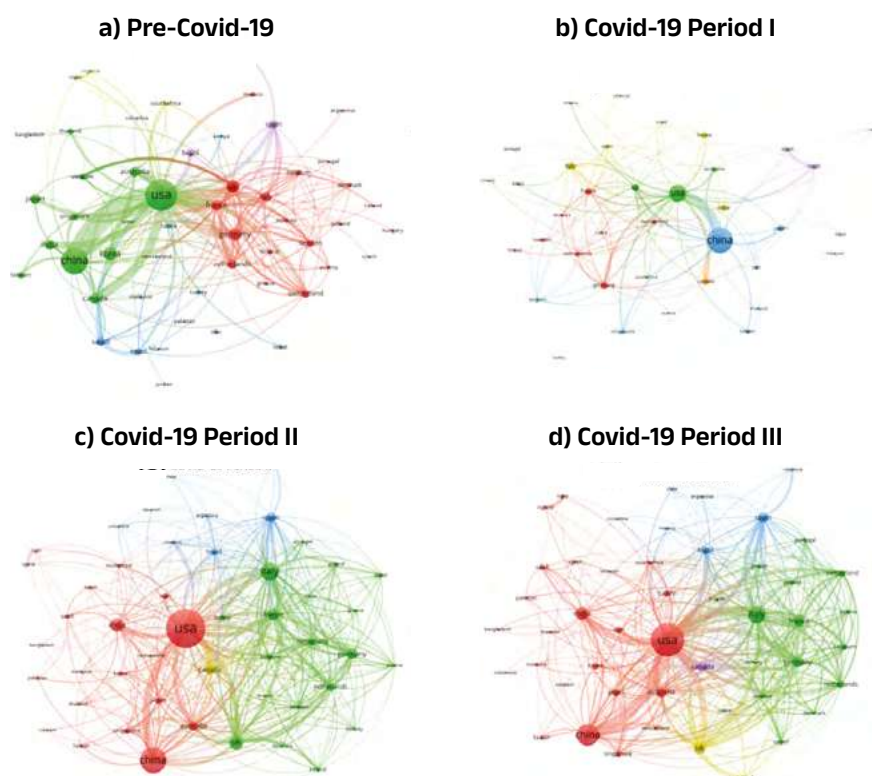
192 CREST Working Group, 2007.

193 Adams, J., 2012.

194 NSF, 2022.

La COVID-19 es va encarregar de fer del tot bona la predicció sobre els canvis que s'havien de donar cap al 2020 en els eixos dominants en producció científica i en la col·laboració entre aquests. La figura 3 mostra les xarxes internacionals basades en articles publicats formalment sobre la COVID-19, en un període pre-pandèmia i en els períodes I, II i III de la pandèmia (abans de 2020, i inici, meitat i finals de 2020, a països amb almenys un 0,3% de les publicacions sobre el tema). La figura 3¹⁹⁵ reflecteix el xoc de la pandèmia i la forta disminució dels llaços entre països en el període inicial de confinament, agreujada per la dificultat de recollir dades els primers dies. A mesura que la pandèmia s'estenia, més nacions s'uneixen a la xarxa de col·laboració global. La xarxa del període III té un aspecte molt similar en estructura i densitat a la pre-pandèmia, cosa que suggereix que el món de la recerca havia sobreviscut i recuperat l'estructura anterior a la COVID-19. Abans de la COVID-19, els EUA eren al centre de les col·laboracions, i la Xina era el 3r més central. Amb la COVID-19, les col·laboracions s'han ampliat i les agrupacions més freqüents (indicades per codi de colors) s'han mogut, i nous països s'han revelat com a nodes forts.

Figura 3. Xarxa de col·laboracions entre països abans i durant la COVID-19 segons dades WoS, Scopus i CORD-19. Font: Cai et al. (2021)

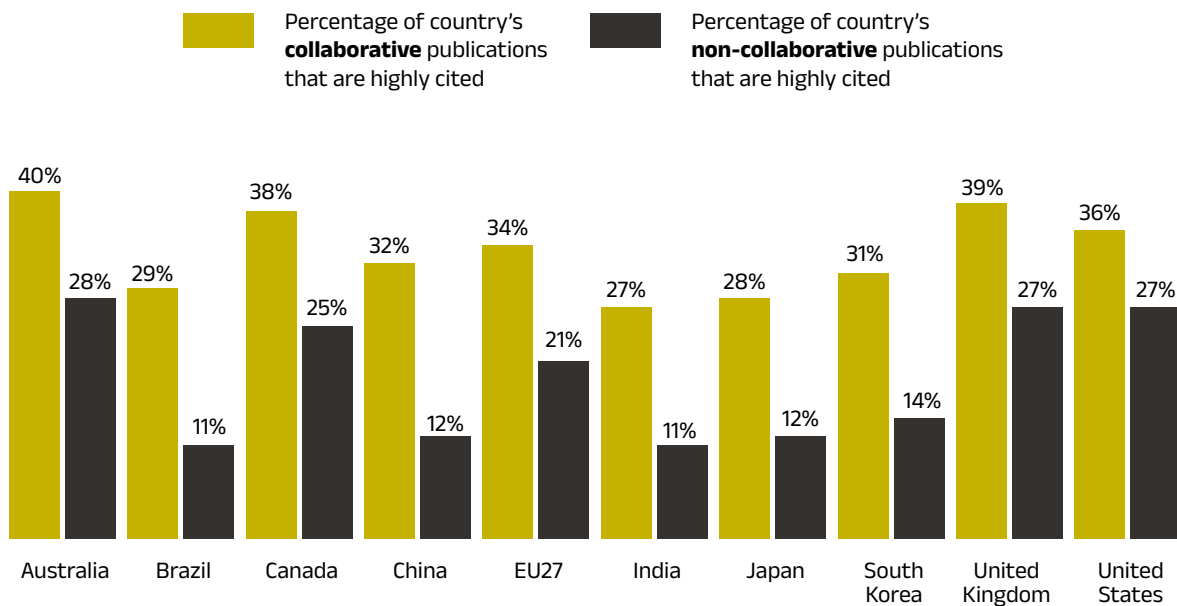


L'incentiu de col·laborar internacionalment per incrementar l'impacte de les publicacions dels sistemes de coneixement és gran. El gràfic 2¹⁹⁶ mostra que a Austràlia, els EUA, Canadà i la EU27, el percentatge de publicacions més citades no realitzades en col·laboració internacional entre 2010 i 2019 supera en tots els casos el 20%, i les realitzades en col·laboració internacional supera el 34%. A països com la Xina, el Japó, Corea del Sud, Brasil o l'Índia, el percentatge de publicacions més citades realitzades en col·laboració domèstica entre 2010 i 2019 no arriba al 15%, mentre que el percentatge de les més citades realitzades en col·laboració internacional s'aproxima a valors del primer grup.

195 Cai i col., 2021.

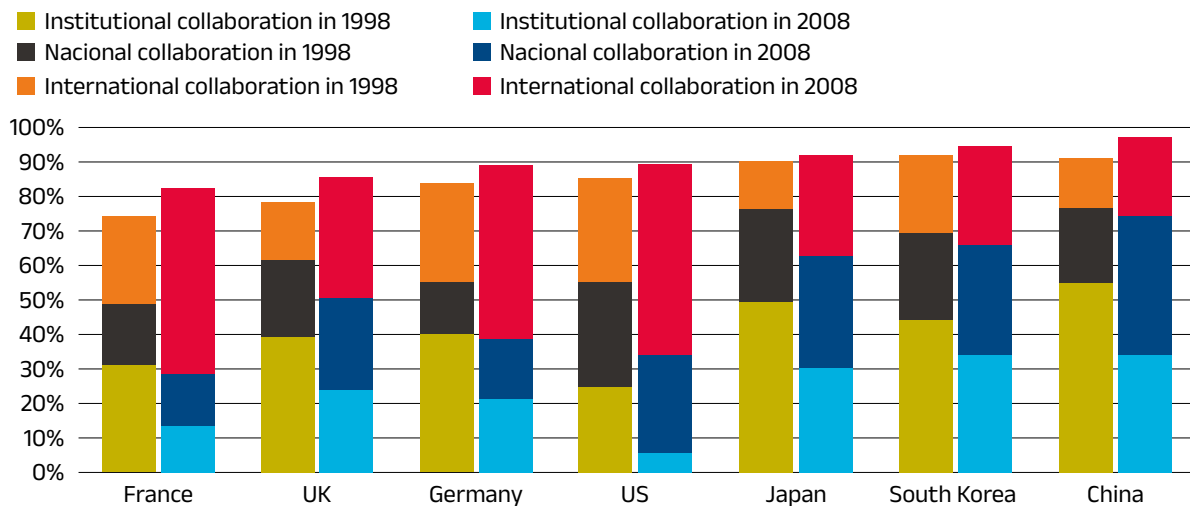
196 Toney i Flagg, 2021.

Gràfic 2. Percentatge de les publicacions més citades, per països i tipus de col·laboració (2010–2019). Font: Toney, & Flagg (2021)



En el cas de la Xina és especialment manifest aquest efecte, on a més la col·laboració que més creix en percentatge és la nacional, enfront de la internacional (comparativa 1998 - 2018), com mostra el gràfic 3.

Gràfic 3. Percentatge de col·laboració per tipus, any i país. Font: Oxford Economics i Merck KGaA (2021)



Però, què succeeix quan els conflictes geopolítics frenen la col·laboració internacional? L'efecte no és el mateix per a tots els països. Si les col·laboracions amb la Xina es restringeixen, la producció a aquest país reduiria significativament les seves publicacions molt citades. El Center for Security and Emerging Technology (CSET), una organització de recerca política dins de la Walsh School of Foreign Service de la Universitat de Georgetown, aconsella els països analitzar les relacions de les seves col·laboracions internacionals per entendre com aquestes influiran en els indicadors d'impacte de la seva recerca a escala global.

Elevació d'estàndards i alineament de polítiques: els governs promouen la internacionalització de la ciència i la tecnologia per incrementar l'impacte de la seva contribució a la ciència global, però també per

interioritzar la internacionalització.¹⁹⁷ En l'aposta per elevar o alinear els sistemes de coneixement nacionals als estàndards científics internacionals hi ha compensacions i dilemes que caldrà afrontar.¹⁹⁸ Els programes per incentivar la col·laboració s'han d'harmonitzar amb els objectius polítics propis dels estats, un *trade-off* especialment visible en països on justament la producció científica ha augmentat més en les darreres dècades.

Increment de finançament i aprofitament de recursos: la cursa per la ciència i la tecnologia i la competició entre nacions ha impulsat canvis en les polítiques de recerca i ha incentivat l'esforç dels països per incrementar el finançament de l'R+D. Però amb uns recursos limitats, l'accés a finançament i a infraestructures més competitives pot ser un motor dominant per a la internacionalització de la ciència, la tecnologia i la innovació. Un cas clar és Europa, amb polítiques de competitivitat i impacte que vinculen internacionalització i accés a recursos. La UE, amb l'objectiu d'incrementar l'impacte del coneixement generat a les seves fronteres i impulsar el progrés global, estableix com a requisit associar-se amb institucions d'almenys tres països per poder accedir al finançament per a R+I. Són criteris que han afavorit sense ambigüitats grans xarxes internacionals de col·laboració i una àmplia mobilitat del talent. Per a una llista àmplia de les raons i propòsits de la col·laboració internacional, i l'impacte d'aquesta en l'acompliment d'Europa en ciència i tecnologia, consulteu l'informe de Fraunhofer ISI, Idea Consult i SPRU (2009), pàgines 21 i 22.

1.2. Limitacions i barreres a la col·laboració internacional

Per a projectes internacionals complexos, el treball en equip és un repte que requereix temps, recursos, processos administratius, coordinació i intercanvi continu entre equips, i acords interculturals i interpersonals sobre objectius. Exigeix estils de comunicació clars per crear comprensió, confiança i sensibilitat, i suports tecnològics avançats. Les col·laboracions científiques disperses espacialment exigeixen una coordinació substancial per reunir eficaçment idees i coneixements. I es troben sovint amb barreres que s'afegeixen a aquestes dificultats.

De recursos financers: quan cal prendre decisions amb recursos limitats, tant des d'una institució de recerca com des d'un govern d'una regió o estat, pot veure's reduït el suport a les activitats d'internacionalització.¹⁹⁹ Alguns dels obstacles que pot trobar el personal de recerca són la manca de programes de finançament per a la col·laboració internacional, els pocs recursos per a viatges associats a col·laboracions o la limitació de les subvencions a un sol país, entre d'altres. Les col·laboracions transfrontereres requereixen costos més elevats que treballs de naturalesa similar implementats entre socis que es troben a distàncies més curtes.

Per efectes negatius de la mobilitat: la internacionalització té implicacions divergents per al canvi climàtic, d'una banda, comportant emissions de gasos d'efecte hivernacle a través de la mobilitat, però també contribuint a la recerca internacional sobre la crisi climàtica. Cada cop més, les interaccions es fan virtualment.²⁰⁰ Una bona anàlisi de l'equilibri entre les comunicacions personals i la petjada de carboni es pot trobar en aquest *Nature* de Tao i col·laboradors, on s'afirma que una transició més completa de conferències presencials a virtuals podria reduir la petjada de carboni d'aquestes activitats en un 94% i el consum d'energia en un 90%.

Per conflicte amb les pròpies polítiques: algunes regions globals segueixen considerant la recerca i la innovació dins d'un marc nacional, atès que l'imperatiu de la internacionalització pot generar conflictes envers les polítiques públiques. Encara avui, molt del finançament de la recerca es fa en termes de defensa. I per bé que la ciència floreix millor en un món sense fronteres, hi ha països que troben o creen barreres a la internacionalització, tant en recerca com en producció de patents, fet que influeix en el seu progrés social.²⁰¹

¹⁹⁷ Cunha-Melo, 2015.

¹⁹⁸ Nascimento, 2017.

¹⁹⁹ Morillo, 2019.

²⁰⁰ Tao et al., 2021.

²⁰¹ Alonso-Martínez, 2018.

Davant les crisis i els conflictes, seguretat o obertura? En els darrers anys, les tensions comercials entre els EUA i la Xina (afectant la col·laboració en camps com ara la microelectrònica o la informàtica quàntica), la COVID-19 o la guerra a Ucraïna, per esmentar les últimes crisis més significatives, han contribuït a dificultar les col·laboracions científiques. Ha cessat gairebé totalment a gran part del món la col·laboració amb Rússia arran de la invasió d'Ucraïna, mostra de com la ciència pot ser víctima de la política internacional i pot ser utilitzada com a eina de pressió. Recordem que la Comissió Europea va interrompre la col·laboració amb Rússia el març de 2022,²⁰² i va suspendre el finançament d'Erasmus+ i Horitzó Europa (HEU) per a algunes institucions hongareses el desembre de 2022.²⁰³ Equilibrar l'obertura i la seguretat és complex en l'escenari actual. L'incentiu a compartir dades, que per exemple promou la UE, topa amb una retirada del multilateralisme que va començar abans de la pandèmia. Mantenir l'equilibri entre l'accés obert a dades i resultats, coordinar el suport a infraestructures compartides, i restar alerta davant possibles riscos de seguretat nacional pot resultar una constant preocupació per a les potències de recerca. Si la COVID-19 va mostrar on podem arribar quan aconseguim col·laborar, les barreres econòmiques, socials i polítiques posen traves a una col·laboració científica internacional efectiva davant d'uns reptes globals que, en molts casos, no deixen de créixer.

Com a exemple de les barreres que imposa la geopolítica ens podem referir al Brexit, fet efectiu el 31 de gener de 2020 a conseqüència del referèndum del 23 de juny de 2016. Segons la plataforma RIS3MCAT²⁰⁴ el Regne Unit és a data de maig de 2023 el cinquè país en projectes de col·laboració amb Catalunya (comptant en quarta posició la resta d'Espanya). Es mantenia en primera posició el 2014 i 2015. Va baixar a la segona posició el 2016 i va caure fins a la quarta el 2017, on s'ha mantingut des de llavors. Les negociacions entre el Regne Unit i la Comissió Europea per establir un marc de confiança i col·laboració a Horitzó Europa tenen una enorme rellevància per a la ciència global.²⁰⁵

1.3. Models i dinàmiques de recerca

Les xarxes de recerca, basades en interessos comuns i sovint iniciades informalment en trobades científiques, sorgeixen en resposta a nova informació i s'estenen geogràficament sense fronteres. No responen a un disseny predefinit ni tampoc són aleatòries, i operen amb normes i dinàmiques diferents a les que han governat la ciència en les dècades precedents. Cal entendre aquestes dinàmiques per dissenyar polítiques de col·laboració internacional.

La internacionalització modula les disciplines científiques i les estratègies en recerca

El desenvolupament de nous mètodes i l'intercanvi de coneixements, equips, laboratoris o infraestructures, i grans conjunts de dades, animen els investigadors i investigadores a col·laborar-hi, nodrint el procés d'ampliació de les xarxes internacionals i modulant les disciplines que s'hi tracten. Wagner et al. (2019) analitzen registres de publicacions des de 1991 i mostren que les coautories internacionals s'han multiplicat per 10 als països tradicionalment líders en recerca, mentre que en el grup Brasil, Rússia, Índia i Xina s'han multiplicat per 20. Aquest aspecte és rellevant, perquè la internacionalització genera coneixement —sovint com a resposta a reptes global— brindant accés i integrant resultats generats en regions fora de l'eix tradicional que modulava les disciplines i en definia l'excel·lència durant el segle passat.

Del paradigma tradicional als reptes globals

El paradigma actual de la cooperació internacional en ciència se centra en augmentar la qualitat dels sistemes públics nacionals de recerca, compartir recursos mitjançant la col·laboració científica en recerca bàsica, promoure la mobilitat internacional del personal de recerca en benefici mutu, i internacionalitzar la

202 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_1528

203 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022D2506>

204 <https://ris3mcat.gencat.cat/>

205 Com també s'ha comentat en d'altres capítols d'aquest informe, a partir de l'1 de gener de 2024 el Regne Unit esdevé país associat a Horitzó Europa, i els seus investigadors i investigadores podran participar en aquest programa en els mateixos termes que altres països associats.

investigació pública. Aquest paradigma, fruit d'increment de l'activitat científica en les darreres dècades, ha permès avançar el coneixement a (i entre) els països que participen d'aquesta col·laboració. Els estats comparteixen els costos de la recerca i creen sovint "fons comuns", com per exemple els programes marc de la Unió Europea, alineant interessos dins d'aquest paradigma. Quan el focus passa a béns comuns i reptes compartits globalment, calen mecanismes de finançament i governança que aglutinin molts actors diversos, públics i privats (agents empresarials, bancs de desenvolupament multilaterals, finançadors nacionals...). El nou paradigma requereix diferents nivells institucionals capaços de negociar, orquestrar i finançar programes globals davant de grans reptes, ja siguin enormes disruptions de la vida i l'economia dels països com ara la COVID-19 o crisi de "combustió lenta" com el canvi climàtic i la pèrdua de biodiversitat. Tots ells només es poden abordar mitjançant la col·laboració internacional amb institucions i programes multilaterals eficaços i mecanismes transparents i oberts (pràctiques com la ciència oberta juguen un paper crucial en aquest nou paradigma).

Dimensió europea

No només Europa i els seus Estats membres, sinó també estats associats i països tercers es beneficien dels incentius a la col·laboració internacional que ofereix el Programa Marc Europeu d'R+D.²⁰⁶ L'aposta ve de lluny. Paral·lelament a la cooperació econòmica, política i monetària europea, els científics d'Europa de la postguerra van reclamar la reactivació dels intercanvis universitaris entre països i l'establiment de programes de recerca sovint massa sofisticats i massa costosos per als laboratoris nacionals. L'objectiu era, llavors, aconseguir nivells d'avenç tecnològic i nuclear comparables als Estats Units i la Unió Soviètica. N'és un fruit la Fundació Europea de la Ciència (ESF),²⁰⁷ fundada l'any 1974, entitat independent, no governamental, els membres del qual són 72 agències nacionals de finançament, agències de recerca i acadèmies de 30 països. La signatura de la convenció per a l'establiment del CERN²⁰⁸ a París l'1 de juliol de 1953, per treballar exclusivament en la investigació fonamental sobre la matèria nuclear i la física de partícules, va ser una altra fita important en la col·laboració europea. A partir de l'any 2000 es van desenvolupar polítiques com ara els programes marc, l'estratègia de Lisboa i la creació de l'Espai Europeu de Recerca (ERA), on la lliure circulació d'investigadors i investigadores i coneixements permeten una millor cooperació transfronterera, l'augment de la massa crítica i l'increment de competitivitat de la UE.²⁰⁹

La UE té acords bilaterals amb 20 països d'arreu del món amb l'objectiu d'augmentar la cooperació en recerca i innovació. Per a informació detallada dels països i els estatus d'associació, consulteu el document *EU Grants: List of participating countries*,²¹⁰ o el portal de la Comissió Europea.²¹¹

La bretxa de gènere en la col·laboració internacional

Una anàlisi bibliomètrica de 2019²¹² es fixa en les diferències de gènere en la col·laboració internacional mesurades per coautoria a partir d'una mostra de publicacions d'investigadors i investigadores de Noruega durant 3 anys. Hem cregut interessant destacar els resultats d'aquesta anàlisi atès que, com hem vist, la internacionalització pot contribuir positivament al desenvolupament de la carrera del personal investigador, i prestar atenció a aquest aspecte pot influir en adreçar les desigualtats de gènere en ciència. Segons aquest treball, el 56% de les dones investigadores i el 66% d'homes publiquen en col·laboració internacional, amb considerables diferències entre camps (gràfic 4). La bretxa és més gran a les ciències socials. Si els investigadors masculins tendeixen a tenir més coautors en general que les dones, poden tenir accés a una xarxa més gran i, per tant, major probabilitat de tenir també més coautors internacionals i major impacte.

206 CREST Working Group, 2007.

207 <https://www.esf.org/>

208 <https://timeline.web.cern.ch/signing-cern-convention>

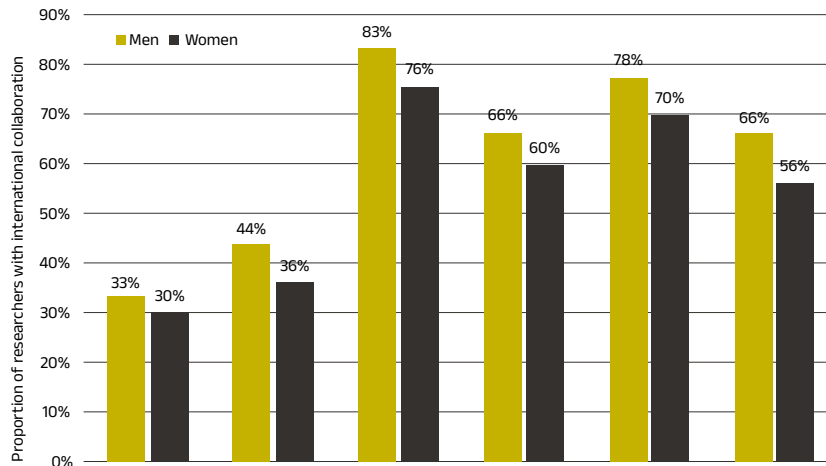
209 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/european-research-area_en

210 https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/common/guidance/list-3rd-country-participation_horizon-euratom_en.pdf

211 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/europe-world/international-cooperation_en

212 Aksnes et al., 2019.

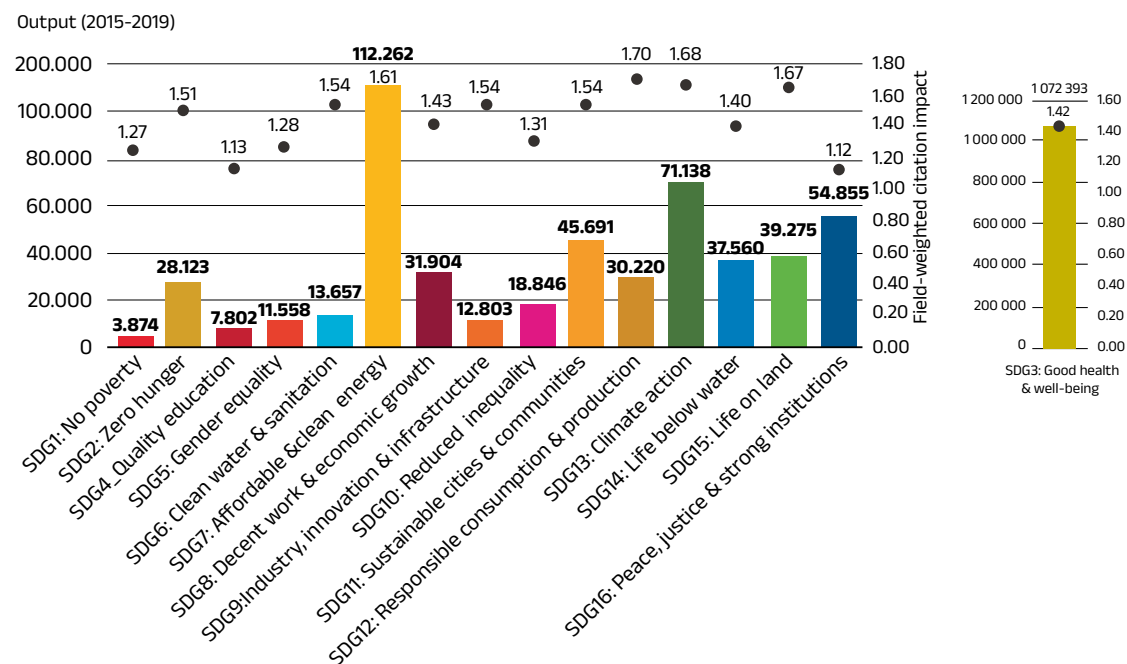
Gràfic 4. Proporció de personal investigador que participa en col·laboracions internacionals, per àmbit i gènere. Font: Aksnes et al., 2019



1.4. Resposta a reptes globals i crisis

Els reptes globals són heterogenis. Alguns afecten béns públics a escala mundial, mentre que d'altres incideixen a escala nacional o bilateral/regional. El repte és equilibrar les prioritats i objectius nacionals de ciència (competitivitat, excel·lència) amb una acció col·lectiva internacional per abordar els reptes globals. L'agenda 2030 de l'Organització de les Nacions Unides (ONU) és un bon referent per analitzar la col·laboració en recerca per assolir els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS). La Comissió Europea (CE) va encarregar un estudi a SciVal i Elsevier el 2020 per determinar la producció científica al voltant dels ODS. El gràfic 5, extret de l'Informe UNESCO 2021 de l'Estat de la Ciència, representa els resultats d'aquest estudi de la CE, segons el qual la salut (ODS3), l'energia neta i assequible (ODS7) i la recerca sobre el clima (ODS 13) van ser els més investigats entre 2015 i 2019, període cobert per l'estudi. Europa ha formulat la seva pròpia aposta amb el Pacte Verd Europeu, la nova estratègia de creixement per a la Unió.²¹³

Gràfic 5. Volum de recerca sobre 16 Objectius de Desenvolupament Sostenible (exclòs el 17) dins la Unió Europea (2015-2019). Font: UNESCO Science Report (2021)



213 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

1.5. Alineament amb polítiques europees (i globals)²¹⁴

Ciència interconnectada – ciència oberta

Els quatre components inicials de la ciència oberta (accés obert, dades obertes, programari lliure, reproductibilitat) s'han anat ampliant fins als vuit que constitueixen el model proposat per les recomanacions de l'Open Science Policy Platform (OSPP),²¹⁵ que s'estan adoptant de manera àmplia (sistema de recompenses i incentius, desenvolupament d'indicadors de recerca i mètriques de nova generació, comunicació acadèmica de futur, impuls del Núvol Europeu de Ciència Oberta (EOSC),²¹⁶ dades FAIR,²¹⁷ integritat de la recerca, competències i educació, i ciència ciutadana).²¹⁸

Igualment, parlar de ciència oberta ens porta també a referir-nos de nou a la UNESCO, que el 2021 feia una crida a la urgència d'abordar els complexos i interconnectats reptes del medi ambient, socials i econòmics i de respondre-hi amb la ciència, la tecnologia i la innovació. Reconeixia les oportunitats que per adreçar els reptes ofereixen les noves tecnologies de la informació i destacava el potencial transformador de la ciència oberta per reduir desigualtats i accelerar el progrés cap als ODS de l'Agenda 2030.

I parlar de ciència oberta és també referir-nos a l'EOSC, la resposta de la CE per promoure l'accés i la reutilització de les dades de la recerca finançada amb fons públics europeus que, com hem vist anteriorment, és eminentment internacional. Els beneficiaris han de facilitar que les seves publicacions estiguin disponibles en accés obert i que les seves dades siguin "tan obertes com sigui possible i tancades com sigui necessari".

L'any 2023 ha estat l'any de la ciència oberta, amb nombroses iniciatives internacionals per impulsar-la.²¹⁹ L'estratègia catalana de ciència oberta²²⁰ inclou les recomanacions de l'OSPP i es recull a la Llei 9/2022, del 21 de desembre, de la ciència.²²¹

Transició verda i sostenible

El Pacte Verd Europeu, al qual ja ens hem referit, i el paquet *Fit for 55* (conjunt de propostes per revisar i actualitzar la legislació europea de cara a reduir les emissions de CO2 almenys un 55% pel al 2030),²²² s'adrecen a l'objectiu de convertir Europa en el primer continent climàticament neutre l'any 2050. L'HEU destina més del 35% del seu pressupost a mitigar la crisi climàtica.²²³

Nova Agenda Europea d'Innovació (NEIA)

La NEIA²²⁴ va ser adoptada el 5 de juliol de 2022 amb l'objectiu d'impulsar la innovació tecnològica basada en el que es coneix com a deep tech. La proposta vol situar Europa a l'avantguarda de la innovació, desenvolupant noves tecnologies per abordar els reptes socials més urgents i introduir-los al mercat. Volem destacar en aquest marc de polítiques europees un exemple de col·laboració internacional recent, generat de baix a dalt: la "Coalició dels Voluntaris",²²⁵ grup independent d'ecosistemes innovadors, empreses, autoritats locals, entitats de recerca i universitats europees que volen coimplementar la NEIA amb

214 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0252>

215 <https://data.europa.eu/doi/10.2777/958647>

216 <https://eosc-portal.eu/>

217 Acrònim en anglès per trobables, accessibles, interoperables i reutilitzables.

218 Per a una revisió, consulteu Abadal & Anglada, 2020.

219 <https://council.science/current/blog/open-science-january-2023/>

220 https://recercauniversitats.gencat.cat/web/.content/23_PNSC/document/annex_f_ciencia_oberta.pdf

221 <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2022/12/21/9>

222 <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

223 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/environment-and-climate/european-green-deal_en

224 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda_en

225 <https://www.coalitionofthewilling.eu/>

propostes de col·laboració. El maig de 2023 ja s'hi comptaven més de 125 iniciatives destinades a impulsar, de baix a dalt, la innovació a Europa.

Autonomia estratègica

Hem vist que al voltant del món s'aixequen barreres geopolítiques per raons diverses, com les guerres, la pandèmia, la interrupció de la cadena d'aprovisionament, l'escassetat de recursos, i fins i tot per l'augment de la xenofòbia. La ciència i la tecnologia s'han vist afectades, pel trencament de llaços acadèmics, per raons molt diferents, amb Rússia, la Xina, Regne Unit o Suïssa. Europa està desenvolupant el terme "autonomia estratègica", un dels més rellevants en aquests moments per a la Unió. També coneguda com a "sobirania estratègica", i en concret enfocada a l'àmbit tecnològic, proposa que Europa actuï de manera autònoma a escala internacional en lloc de dependre de proveïdors estrangers i estar subjecta a pressions, coercions o manca d'accés. La UE està intentant trobar un equilibri entre mantenir el comerç obert i protegir la seva llibertat d'acció per marcar camí propi d'acord amb els seus interessos i valors en diversos sectors.

Diplomàcia científica

En parlar de la dimensió internacional de la col·laboració científica cal referir-nos a la diplomàcia científica, que segons una definició encara vigent de l'AAAS i la Royal Society, de 2010, té 3 components:

1. La ciència a la diplomàcia: assessorament científic per a la presa de decisions de política exterior.
2. La diplomàcia per a la ciència: iniciatives, projectes i infraestructures a gran escala requereixen la col·laboració entre diversos països.
3. La ciència per a la diplomàcia: promoció d'un món més pacífic i més just mitjançant la cooperació científica.

La ciència, la tecnologia i la innovació poden donar suport als esforços diplomàtics de moltes maneres. La diplomàcia científica es recolza sobre el desenvolupament i la gestió de la col·laboració internacional, les negociacions i preses de decisions entre nacions i regions, i la transmissió d'informació en el context i el propòsit de les relacions entre nacions. L'Acord de París sobre el Clima²²⁶ és un dels exemples que sovint es cita de com la ciència possibilita un acord internacional. Grans projectes de col·laboració internacional com ara el Consorci Internacional per a la Seqüenciació del Genoma Humà (amb 20 institucions de 6 països de 3 continents i un cost calculat de 3.000 M\$ durant 13 anys)²²⁷ és citat com un bon exemple diplomàcia científica. La ciència sempre ha estat un pilar del multilateralisme gràcies a la cooperació mundial dels investigadors. La ciència pot ajudar a guanyar terreny de negociació amb països que no comparteixen els mateixos punts de vista i assolir resultats tangibles, adaptant les institucions multilaterals als reptes del segle XXI. Com la COVID-19, que va impulsar formats d'intercanvi digital per a la discussió immediata de resultats i anàlisi de dades no publicades, l'intercanvi de mostres i la recerca coordinada entre més de 50 grups de 18 països simultàniament.²²⁸ Com observem a la figura 4, el consorci Science for Diplomacy for Science (S4D4S)²²⁹ reflexiona sobre quines són les forces que impulsen, frenen o endarrereixen l'assoliment del canvi de model per adreçar els reptes globals, i com hi incideixen la ciència, la diplomàcia i la diplomàcia científica.

226 https://canviclimatic.gencat.cat/ca/oficina/actuacio_internacional/acord_paris

227 <https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets/Sequencing-Human-Genome-cost>

228 Duchardt-Ferner et al., 2023.

229 <https://www.s4d4c.eu/topic/2-3-6-science-diplomacy-for-addressing-global-challenges-stoppers-warnings-and-drivers/>

Figura 4. Semàfor de barreres, alertes i facilitadors al sistema de ciència, diplomàcia i diplomàcia científica.
Font: Melchor et al., (2021)



2. Mesurant la col·laboració internacional

Per a la presa de decisions informades cal disposar d'indicadors que responguin preguntes específiques. L'ESF proposa diferents indicadors per avaluar la internacionalització d'agències de finançament, organitzacions de recerca, personal investigador i entitats governamentals. Alguns d'aquests són els d'ús majoritari com a mètriques d'internacionalització i ens inspiren l'anàlisi que fem del sistema d'R+D de Catalunya a l'apartat 3 d'aquest capítol. Sintetitzem a la taula 1 els que l'ESF proposa per a agències de finançament i entitats de recerca. En les pàgines següents farem esment de les mètriques per a investigadors/investigadores i països.

Taula 1. Indicadors d'avaluació de la col·laboració internacional. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'European Science Foundation (Van den Besselaar et al., 2012)

Agències de finançament	Entitats
Pressupost per a programes en col·laboració	Fons procedents d'altres països
Coautories internacionals	Coautories internacionals
Patents en coautoría internacional	Contractació personal investigador d'altres països

Agències de finançament	Entitats
Programes de mobilitat internacional	Mobilitat internacional dels investigadors i investigadores
Pressupost per atraure investigadors forans	Pressupost per a projectes en col·laboració
Cofinançament de la recerca amb altres països	Ús de les pròpies infraestructures per grups internacionals
Processos d'avaluació internacionals	Criteris internacionals a rúbriques d'avaluació
Programes d'obertura	Processos de selecció internacionals

2.1. La mètrica de la publicació científica modula la ciència global

En les últimes dècades l'avaluació s'ha vist dominada per la utilització de mètriques més tradicionals o més alternatives (nombre d'articles, citacions, factors d'impacte de les revistes, factor H, presència a les xarxes socials...), mètriques que es consideren indicadors més o menys pobres en qualitat i que formen part d'un fenomen ja comentat a la secció anterior: les forces que impulsen la col·laboració internacional afavoreixen uns criteris sobre altres i modulen la ciència global. Com a exemple de reacció front als biaixos que s'hi generen, el Consell de Salut dels Països Baixos apuntava el 2007²³⁰ que l'ús dominant de mètriques acadèmiques havia modelat l'agenda de recerca de vuit centres mèdics universitaris d'una manera no desitjable en termes d'impacte social. Certs camps rebien menys estima acadèmica que d'altres que podrien tenir més impacte sobre la societat, a causa d'un desplaçament d'objectius induït per un sistema d'incentius i recompenses, tal com va recollir i ampliar Miedema.²³¹

2.2. Coautoría en publicacions

Tradicionalment, la col·laboració en recerca s'ha mesurat a través de publicacions en coautoría, recollides a les tres principals bases de dades mundials de referències bibliogràfiques, publicacions i citacions: Google Scholar (GS), Web of Science (WoS) i Scopus.²³² La primera GS,²³³ llançada el 2004, va proporcionar per primer cop als investigadors i investigadores una opció de cerca automatitzada que rastrejava el web i indexava tots els documents amb una estructura mínimament acadèmica. Aquesta exhaustivitat contrasta amb els criteris de cerca de les altres dues grans bases de dades multidisciplinàries, amb polítiques més restrictives per a la inclusió de publicacions, WoS²³⁴ i Scopus.²³⁵ Actualment, es mantenen aquestes dues darreres com les dues principals i majoritàries fonts de metadades de publicacions i indicadors d'impacte bibliomètric, sense un veredict final sobre quina de les dues bases de dades és la millor. Per proporcionar algun element de decisió, Pranckuté²³⁶ conclou que Scopus ofereix una cobertura més àmplia i inclusiva i més pràctica en el seu ús, té indicadors d'impacte que funcionen millor que les mètriques de WoS per a totes les fonts i disciplines i és més obert (cert accés gratuït). De la WoS l'autora citada en destaca com a avantatge que pot ser més adequada per cercar i analitzar recursos d'accés obert. Amb l'aparició de Scopus augmenta la possibilitat de comparació, característica crucial en l'avaluació científica, i permet realitzar estudis

²³⁰ <https://www.healthcouncil.nl/binaries/healthcouncil/documenten/advisory-reports/2007/12/19/responsiveness-of-university-medical-centers-to-issues-in-population-health-care/summary-research-that-matters-responsiveness-of-university-medical-centers-to-issues-in-population-health-and-health-care.pdf>

²³¹ Miedema, 2018.

²³² Martin-Martín et al., 2018.

²³³ <https://scholar.google.com/>

²³⁴ <https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-workflow-solutions/webofscience-platform/>

²³⁵ <https://www.scopus.com/home.uri>

²³⁶ Pranckuté, 2021.

complementaris que fins ara només s'havien dut a terme amb les dades de WoS. És habitual recollir les dades de coautoria a partir del *Science Citation Index* (SCI).²³⁷

Actualment no hi ha indicadors indiscutibles per avaluar l'efectivitat de la col·laboració nacional o internacional, més enllà de nombres o percentatges de publicacions. Alguns autors han proposat un índex de col·laboració (índex C), que avalua la capacitat de col·laboració d'un investigador, un departament o una institució, o qualsevol clúster amb altres investigadors de nivell igual repartits pels diferents continents.²³⁸

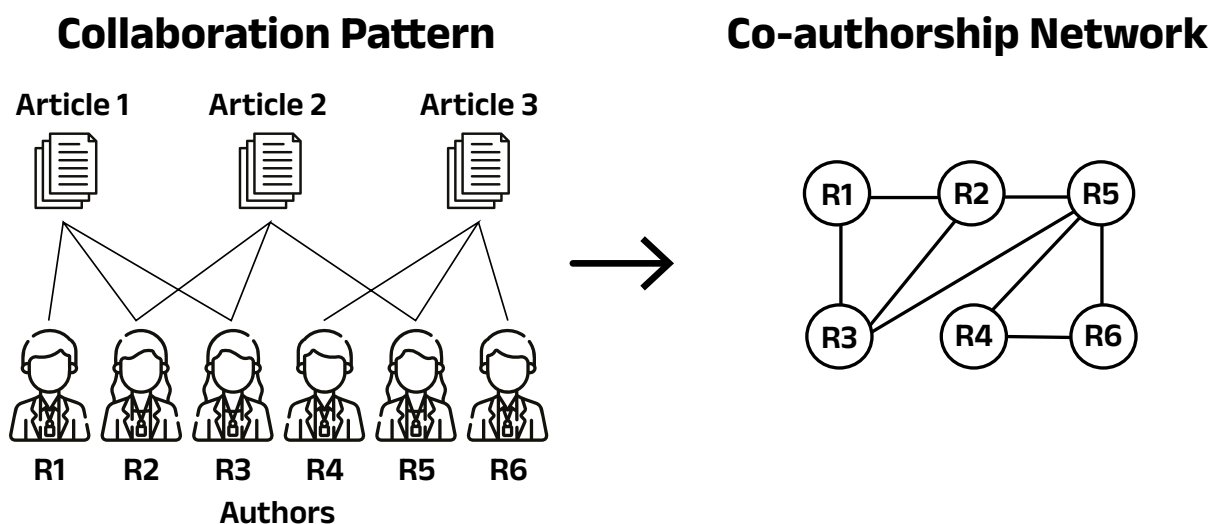
Comptatge fraccionat vs sencer

Els mètodes de recompte fraccionat i sencer s'utilitzen per gestionar les dades de copublicació. El recompte fraccionat assumeix igualtat de contribució entre els autors, i assigna fraccions a cada país segons el nombre d'adreces, tot i que la igual contribució resta per demostrar. El recompte sencer o íntegre assigna completament una publicació a cada país participant. Els resultats i interpretacions varien segons el mètode utilitzat, de manera que a la literatura s'argumenta que el recompte sencer acaba afavorint els països que col·laboren més i el fraccionat acaba desplaçant articles de països establerts a països en desenvolupament. És rellevant, per tant, indicar quin mètode s'usa per tal de facilitar una valoració informada de les dades.²³⁹

Les xarxes de coautoria

La mineria de dades i la intel·ligència artificial han provocat un canvi profund en l'anàlisi de dades. Amb les xarxes complexes, es poden investigar relacions entre entitats de dades, formant estructures de xarxa amb nodes i vores formats per les xarxes d'amistat, de citació, de col·laboració, de coautoria...). Per exemple, en una xarxa de coautoria, dos o més autors es consideren connectats si han estat coautors d'un article. La figura 5 mostra un exemple de com es genera una xarxa de coautoria.²⁴⁰ Amb 6 autors (R1 a R6) i 3 articles (article 1, article 2 i article 3), es genera una xarxa de 6 nodes que inclou vores que es generen a partir de la coautoria en articles.

Figura 5. Un exemple de com es genera una xarxa de coautoria. Font: Mahmood et al. (2021)



Publicacions hot, més citades i l'aparició de l'ESI

L'eina analítica Essential Science Indicators (ESI), desenvolupada com a alternativa al factor d'impacte, permet identificar tendències de producció i impacte a més llarg termini. L'ESI ajuda a identificar la recerca d'alt acompliment dins la col·lecció principal de la WoS.²⁴¹ Cobreix revistes d'arreu (més d'11.000) i en classifica

237 Fraunhofer, ISI, Idea Consult i SPRU, 2009.

238 Chattopadhyaya et al., 2022.

239 Aksnes et al., 2012.

240 Mahmood et al., 2021.

241 Delgado, 2020.

autors, institucions, països i revistes en funció de les cites que obtenen. L'ESI estableix certs llindars d'accés. Normalitza els rànquings per camp de recerca i any de publicació, i considera investigadors/investigadores, institucions i països en la definició d'aquests llindars. Només els més citats estan inclosos a ESI. Els articles "calents" (*hot*) són els que, havent estat publicats en els darrers dos anys, han rebut citacions ràpidament després de la publicació.

De les citacions tradicionals a les mètriques alternatives i responsables

L'activitat de recerca passa ja la major part del seu temps comunicatiu en el núvol. Els investigadors i investigadores²⁴² utilitzen constantment les xarxes socials (un dels "ingredients" de la ciència oberta) per obtenir informació i adquirir nou coneixement, per incrementar l'impacte i la visibilitat de la seva producció científica, per connectar amb col·legues i establir noves col·laboracions, i per millorar la seva identitat digital. Si la bibliometria tradicional es basa en publicacions citant altres publicacions, les mètriques alternatives o *altmetrics* en l'actual univers digital mesuren l'impacte de la investigació quantificant la seva presència a les xarxes socials. Poden ser mètriques complementàries i mentre que la bibliometria no fa un seguiment fins que es publiquen i indexin les obres que citen un treball, l'altmètrica pot proporcionar dades més immediates. Tot i que, segons Dorta-González & Dorta-González,²⁴³ ambdues mètriques no es correlacionen entre elles, en tots dos casos com més gran és el nombre de coautors, més probabilitat tenen els articles de ser citats i esmentats a les xarxes socials.

Cada cop més es reconeix la necessitat de fer un ús responsable de les mètriques²⁴⁴ atès que, com reflexionava ja fa uns anys Arguimbau,²⁴⁵ és difícil quantificar certes qualitats de la recerca que reflecteixen la seva riquesa i pluralitat. Crides a utilitzar les mètriques de manera curada es troben a la *San Francisco Declaration on Research Assessment (DORA)*²⁴⁶ o el *Leiden Manifesto for Research Metrics*,²⁴⁷ tractats per P. Adam al capítol 4 d'aquest informe. Arguimbau es referia en la seva entrada al *Blok de bid* de 2015 a l'informe *The Metric Tide*²⁴⁸ que proposava un ús responsable de les mètriques, i feia recomanacions específiques per garantir una valoració de la qualitat i l'impacte de la recerca més alineada amb la realitat.

2.3. Coautoria en patents

Les copublicacions i les copatents són *proxys* rellevants per reflectir la col·laboració internacional, tot i que les publicacions s'utilitzen més freqüentment, també per la facilitat d'accés a les dades. Com a factor addicional en la complexitat de la mesura de col·laboracions en innovació, la recerca és que la col·laboració privada en recerca pot generar resultats més enllà de les patents.

La propietat intel·lectual transfronterera succeeix quan, com a mínim, un inventor i el sol·licitant resideixen a països diferents. Hi ha dos indicadors a tenir en compte: percentatge de les patents d'un país que tenen un inventor forà i un sol·licitant domèstic; i percentatge de sol·licitants domèstics en el nombre total de sol·licituds d'un país. El seguiment de la col·laboració en les sol·licituds de patents entre inventors i sol·licitants de diferents països té com a limitació que les dades només poden oferir informació sobre els països de residència dels inventors i no les nacionalitats. Per obtenir dades de col·laboració internacional en patents, la primera decisió que cal prendre és quina oficina de patents es consultarà. Per convencions internacionals, és recomanable analitzar les patents transnacionals, és a dir, famílies de patents amb almenys una entrada a l'Oficina Europea de Patents (EPO)²⁴⁹ o una entrada al Tractat de Cooperació en Patents (PTC),²⁵⁰ és a dir, el sistema internacional de patents gestionat per la l'Organització Mundial de la

242 Lasauca, 2022.

243 Dorta-González & Dorta-González, 2022.

244 <https://responsiblemetrics.org/>

245 Arguimbau, 2015.

246 <http://www.ascb.org/dora>

247 <http://www.leidenmanifesto.org>

248 Wilsdon, J., et al., 2015.

249 <https://www.epo.org/>

250 <https://www.wipo.int/pct/en/>

Propietat Intel·lectual (WIPO), agència finançada per les Nacions Unides que constitueix un fòrum mundial de serveis, polítiques, informació i cooperació de propietat intel·lectual de 193 estats membres. Totes dues fonts permeten una gran fiabilitat de les dades i la comparabilitat internacional dels resultats. També xifres actualitzades, sempre considerant que cal tenir en compte els períodes de la consulta a realitzar, atès que tant a l'EPO com al PCT es publiquen les dades amb un endarreriment de 18 mesos.

L'Oficina Europea de Patents proporciona accés a les seves estadístiques mitjançant l'eina PATSTAT.²⁵¹ L'OCDE proporciona accés obert a estadístiques de patents²⁵² internacionals per països, no per regions dins dels estats. Com a tendència d'aquesta mètrica, la propietat domèstica de les invencions internacionals és particularment elevada en economies obertes, segons l'OCDE.

2.4. Mobilitat del talent

La globalització de l'acadèmia porta una acceleració dels fluxos d'intercanvi de coneixements i persones entre països²⁵³ i un mercat laboral de personal investigador cada cop més internacionalitzat, amb normes i valors més o menys compartits globalment. A Europa, la mobilitat geogràfica és una línia d'acció bàsica de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EHEA, en les seves sigles angleses), l'Espai Europeu de Recerca (ERA, en les seves sigles angleses), i de la seva interacció, d'acord amb l'anomenat "Comunicat de París", on els ministres dels estats de la UE van actualitzar la proposta d'interacció entre aquests dos espais durant la presidència finesa de la UE, el maig de 2018.²⁵⁴

Per fer el seguiment de la mobilitat internacional del personal d'R+D, el Manual de Frascati²⁵⁵ suggereix utilitzar com a criteris la nacionalitat, ciutadania o país de naixement, o bé el país de residència anterior, l'ocupació anterior o el país anterior d'estudis al més alt nivell. Atesos els avantatges i inconvenients de les diferents opcions, aquest manual recomana la combinació de dos o més criteris per obtenir una informació més analítica. En general, atracció de talent, publicacions d'impacte i col·laboracions internacionals són mètriques que es combinen per donar una aproximació a l'obertura d'un país.

2.5. Obertura d'un país en termes de coneixement

Una aproximació a l'obertura la proposaven Wagner & Jonkers²⁵⁶ analitzant publicacions, citacions, esforç en ciència i internacionalització en 36 països. Observaven que, tot i que l'esforç en R+D es correlaciona amb el nombre de publicacions, no ho fa amb l'impacte científic. En canvi, sí que ho fa l'obertura d'un país, mesurada combinant coautoría internacional i mobilitat del personal investigador. El gràfic 6 mostra com els països altament oberts produeixen investigacions d'alt impacte i col·laboren més internacionalment. La correlació entre l'obertura i l'impacte era $r^2 = 0,7$, segons l'anàlisi de regressió feta pels autors, i no depenia de la despesa en R+D o del nombre d'articles publicats per un país, però sí de la major participació en col·laboracions internacionals.

251 <https://www.epo.org/searching-for-patents.html>

252 OECD. Stat: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PATS_COOP#

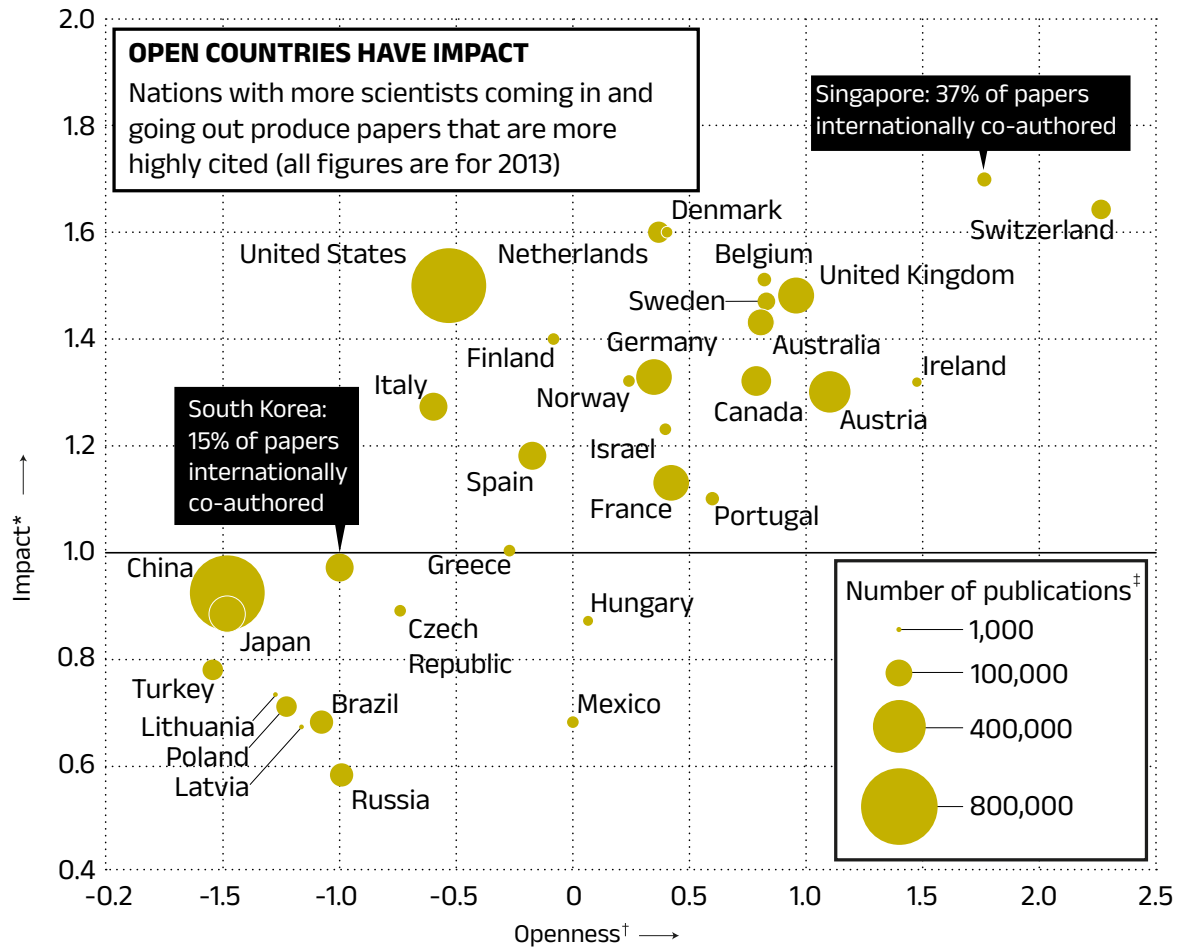
253 Reale et al., 2019.

254 https://www.ehea.info/Upload/BFUG_FI_TK_67_6_Next_Steps_EHEA_ERA.pdf

255 OECD, 2015.

256 Wagner & Jonkers, 2017.

Gràfic 6. Els països oberts tenen una ciència forta. Font: Wagner & Jonkers (2017)



*Based on field-weighted citations; Determined by numbers of scientists emigrating from, immigrating to and returning to a country, plus international co-authorships; Publications are assigned to a country according to the proportion of co-authors based there.

2.6. Col·laboració en projectes i xarxes internacionals

Analitzar les fonts de finançament dels projectes pot proporcionar informació valuosa: si un projecte rep finançament de diversos països o agències de finançament internacionals, indica esforços de col·laboració. Més enllà de les anàlisis de coautoría i de les citacions i el seu impacte, es poden analitzar les xarxes de col·laboració entre investigadors o institucions. Això implica mapar les connexions i les relacions entre les persones i institucions involucrades en projectes de recerca internacionals. Participar en una xarxa formal permet col·laborar amb altres països, disciplines diverses i sectors diferents.

Alguns indicadors d'acompliment en activitats d'internacionalització per part d'investigadors i investigadores i institucions les proposa el grup de recerca del CSIC MIST (Metrics and Innovation in Science and Technology).²⁵⁷ Alguns d'ells, que ens seran útils en l'anàlisi de l'acompliment de Catalunya que fem en l'apartat següent, són: I) lideratge i participació en projectes nacionals, europeus i internacionals; II) internacionalització i capacitat de treball en xarxa global dels membres del grup; III) presència en fòrums i activitats científiques internacionals; i IV) premis, reconeixements i segells internacionals. Per a l'anàlisi de la participació de Catalunya en projectes i xarxes (apartat 3) ens fixarem especialment en els punts I) i II).

257 <https://ipp.csic.es/en/org-structure/metrics-innovation-science-technology-mist>

3. Indicadors d'internacionalització de la ciència i la tecnologia a Catalunya

En els dos apartats anteriors ens ha interessat, d'una banda, definir el context en el que es dona la col·laboració internacional en ciència i tecnologia a escala global i quines forces hi incideixen, i de l'altra, revisar les principals mètriques que ens ajuden a fer-ne seguiment i avaluació. En aquest apartat apliquem aquests conceptes i comentem els indicadors de què disposem en el cas de Catalunya. Val a dir que l'accés a dades completes i sistemàtiques és un dels reptes amb els que ens hem trobat a l'hora d'elaborar aquest document. A la nota metodològica del capítol expliquem com aquestes dades han estat obtingudes i tractades.

3.1. Coautoria en publicacions

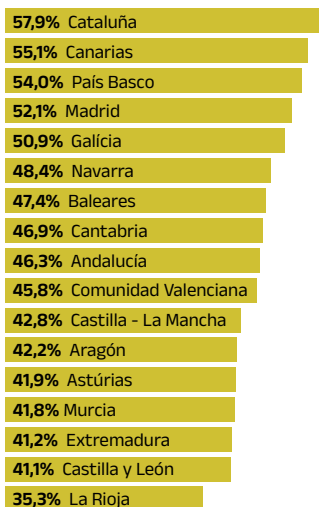
Comencem per la posició de Catalunya en el conjunt de l'Estat, amb dades de la plataforma interactiva d'indicadors de la FECYT,²⁵⁸ que fa seguiment de la col·laboració internacional en recerca en àmbit estatal i per comunitats autònomes, amb dades Scopus i WoS.²⁵⁹ Amb dades de Scopus, Catalunya ha estat liderant el rànquing de comunitats autònomes de l'Estat espanyol des de 2012 (les més antigues disponibles a la plataforma), mentre que amb les dades WoS va cedir el primer lloc a Canàries els anys 2014, 2016 i 2017, per recuperar el lideratge a partir de 2018. Per tant Catalunya és líder a l'Estat espanyol en percentatge de publicacions en col·laboració internacional, almenys fins les darreres dades FECYT (2022). Es mostra a la figura 6 només el rànquing segons Scopus i del darrer any que recull aquesta plataforma, atès que l'anàlisi bibliomètrica ampliada que fem en aquest capítol també es basa en dades Scopus.

Figura 6. Posició de Catalunya en % de publicacions en col·laboració internacional sobre el total de producció científica.
Font: FECYT

Publicaciones en colaboración internacional por comunidades autónomas

Por comunidades autónomas, Cataluña lideró el ranking en 2022 con un valor de 57,9%, y La Rioja lo cerró con un valor de 35,5%.

Ranking en 2022



Distribución por comunidades en 2022

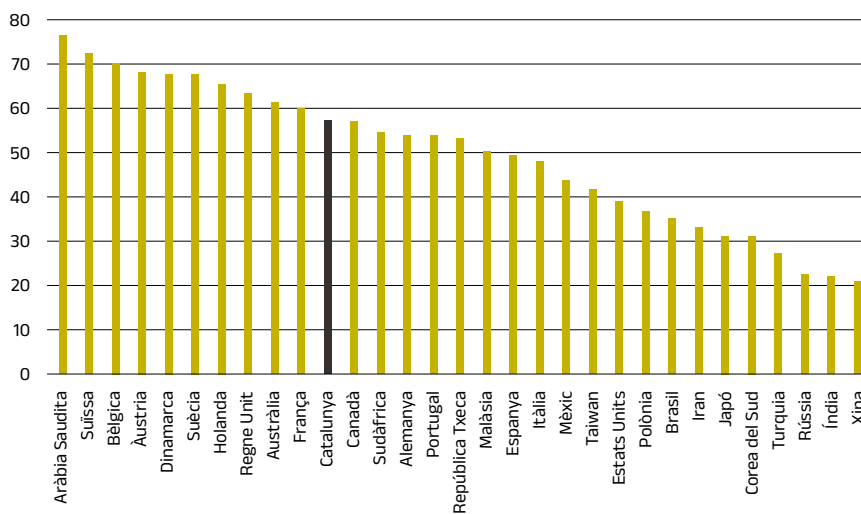


258 <https://indicadores.fecyt.es/#/colaboracion>

259 Vegeu secció 5.2 per breu comparativa d'aquestes dues bases de dades.

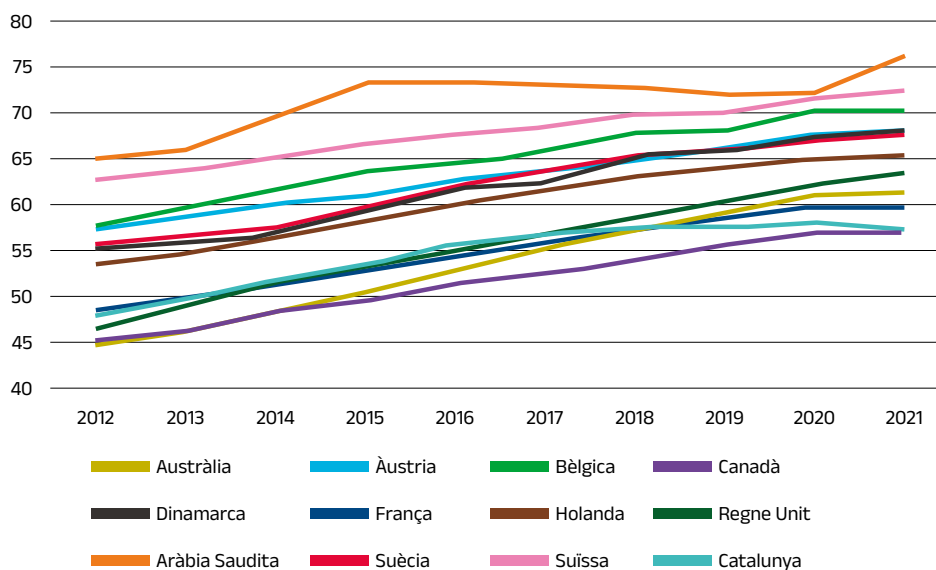
Altres dades que reforcen aquesta posició de lideratge de Catalunya en el conjunt de l'Estat espanyol les dona *Nature Index*:²⁶⁰ entre l'1 d'agost del 2022 i el 31 de juliol de 2023, dues de les 3 principals institucions en nombre de col·laboracions internacionals són catalanes: el Barcelona Institute of Science and Technology (BIST), amb 7 centres d'excel·lència de Catalunya, i la Universitat de Barcelona (UB). A la primera posició del CSIC hi contribueixen els seus 18 centres de recerca de Catalunya. Si traslladem la mirada a l'àmbit internacional, amb indicadors elaborats pel Departament de Recerca i Universitats (DREU, 2023) comparant²⁶¹ les dades bibliomètriques de Catalunya entre els anys 2012 i 2021 amb dades FECYT a partir de Scival²⁶² i Elsevier, l'any 2021 Catalunya ocuparia amb un 57,5%, l'11a posició en percentatge de documents en col·laboració internacional dins del grup de 31 països analitzats per la FECYT (gràfic 7), posició que ja ocupava l'any 2020 amb un 58,2%.

Gràfic 7. Percentatge de documents en col·laboració internacional. Any 2021. Font: DREU a partir de dades FECYT



La comparativa elaborada pel Departament de Recerca i Universitats també hi inclou l'evolució del percentatge de documents en col·laboració internacional, que ha estat a l'alça a Catalunya i molt similar entre tots els països estudiats, com mostra el gràfic 8.

Gràfic 8. Evolució del percentatge de documents en col·laboració internacional. Font: DREU a partir de dades FECYT



260 <https://www.nature.com/nature-index/institution-outputs/generate/all/countries-Spain/all>

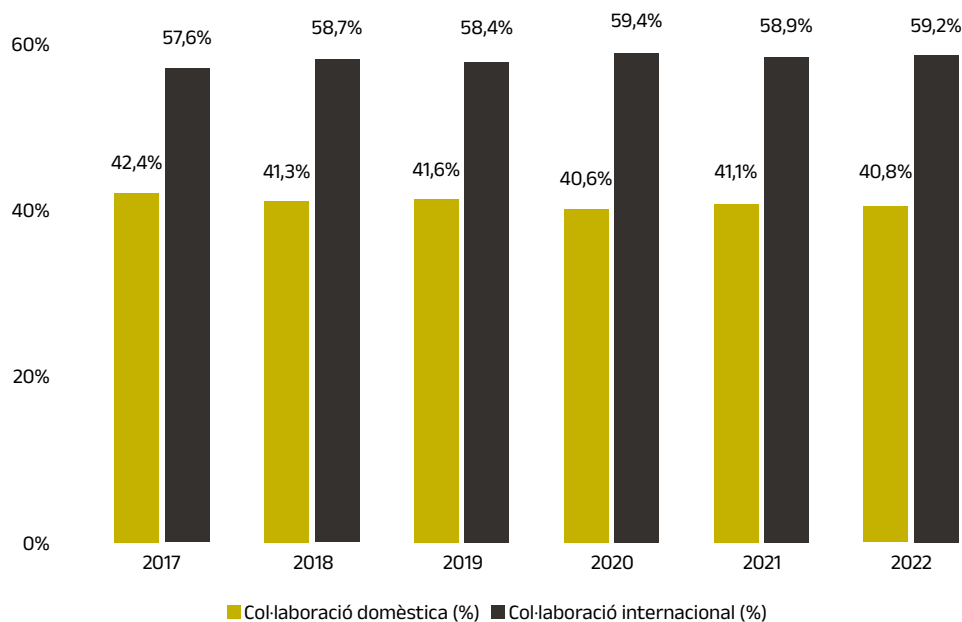
261 Lasauca, 2022.

262 <https://www.scival.com/>

Anàlisi en detall de les publicacions internacionals de Catalunya. Evolució de la col·laboració internacional front a la domèstica

La nostra anàlisi es basa en una extracció de dades²⁶³ de Scopus per als anys 2017-2022, tenint en compte els articles, les revisions i les actes de congressos, la qual ens proporciona una imatge més en detall de les publicacions en col·laboració internacional de Catalunya i el seu percentatge respecte al total de la producció científica del país (gràfic 9).

Gràfic 9. Publicacions científiques de Catalunya: col·laboració domèstica front a col·laboració internacional (2017-2022).
Font: elaboració pròpia a partir de dades Scopus



L'acumulat 2017-2022 sobre el que fem l'anàlisi és de 153.095 documents, 89.935 dels quals han estat cosignats amb investigadors d'altres països (un 58,74% del total). La tendència a la internacionalització de les copublicacions és creixent, com ja vèiem en l'anàlisi del DREU amb dades de la FECYT, mentre que el pes de les publicacions domèstiques en el total de la producció científica s'ha reduït.

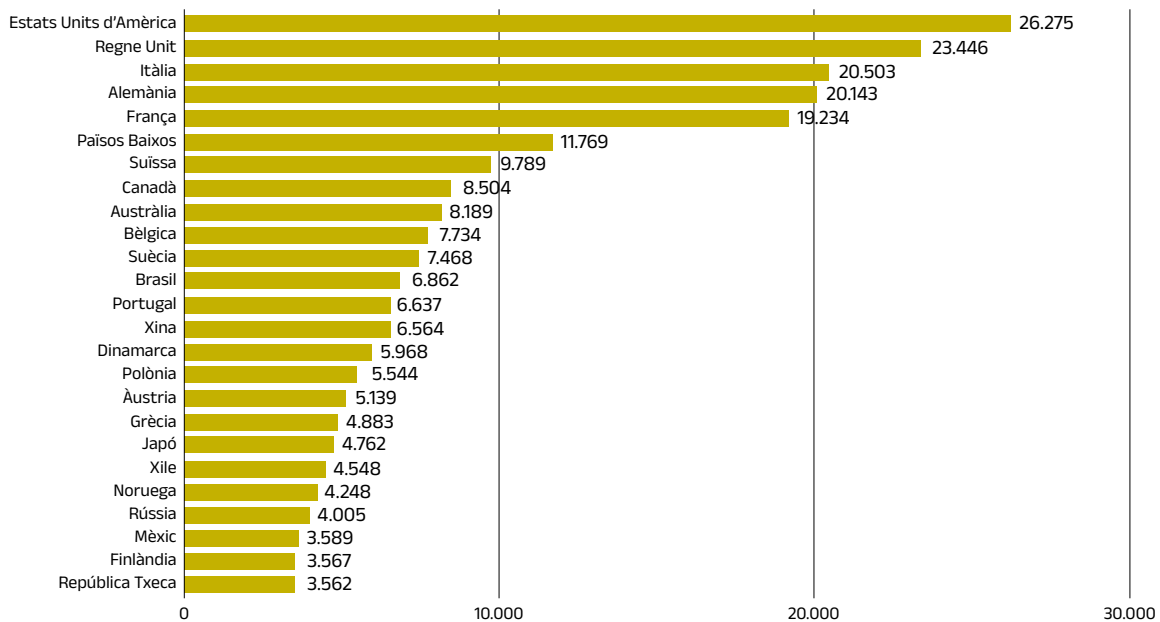
Copublicacions internacionals de Catalunya, segmentades per països

El país amb qui més col·laboren els investigadors i investigadores de les institucions de Catalunya és els EUA, amb 26.275 documents acumulats 2017-2022.²⁶⁴ De la UE, lidera el rànquing Itàlia, superat encara per Regne Unit, malgrat l'impacte negatiu del Brexit al qual ja ens hem referit en l'apartat 1.2, i que hem exemplificat amb els projectes finançats per la UE, on sí que baixa considerablement la col·laboració Catalunya-Regne Unit arran de la seva sortida de la UE. En la creació de consorcis per a projectes l'impacte, el canvi d'estatus del Regne Unit al Programa Marc ha resultat significatiu. Afortunadament el mes de setembre de 2023 es va arribar a un acord per a la participació del Regne Unit a Horitzó Europa, i com ja s'ha comentat, a partir de l'1 de gener de 2024 el Regne Unit esdevé país associat a Horitzó Europa.

²⁶³ Consulta base de dades Scopus, maig 2023 (Llorenç Arguimbau, per a aquest informe).

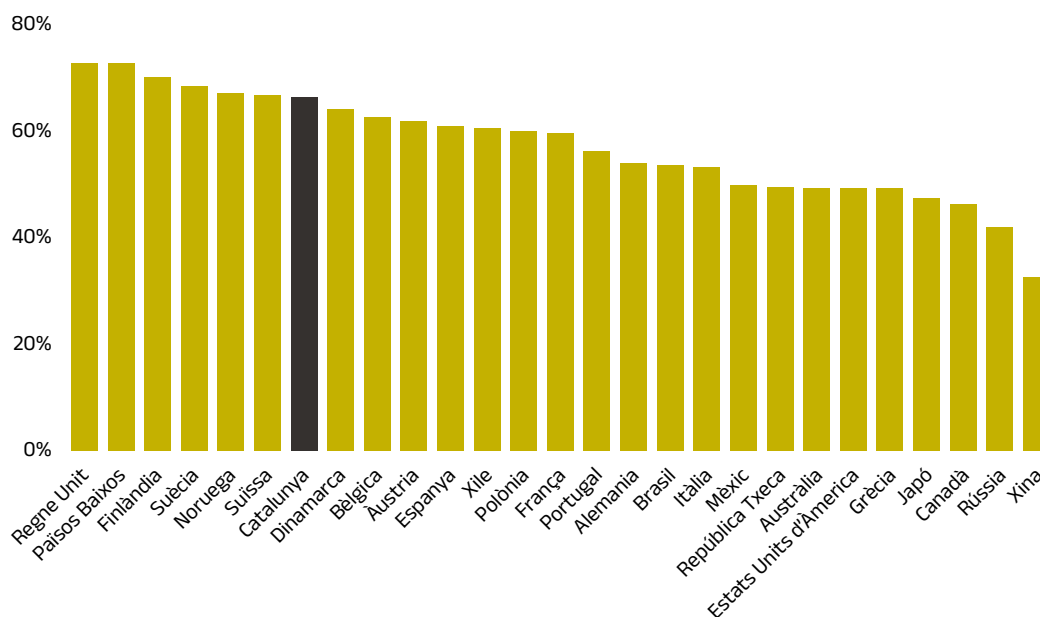
²⁶⁴ La suma de publicacions amb els 25 països amb què Catalunya té una major col·laboració és superior al total de publicacions internacionals de Catalunya atesa la possibilitat de coautoría amb més d'un país.

Gràfic 10. Documents acumulats en els darrers 5 anys de copublicacions de Catalunya amb els 25 països amb qui més col·labora (2017-2022). Font: elaboració pròpia a partir de dades Scopus



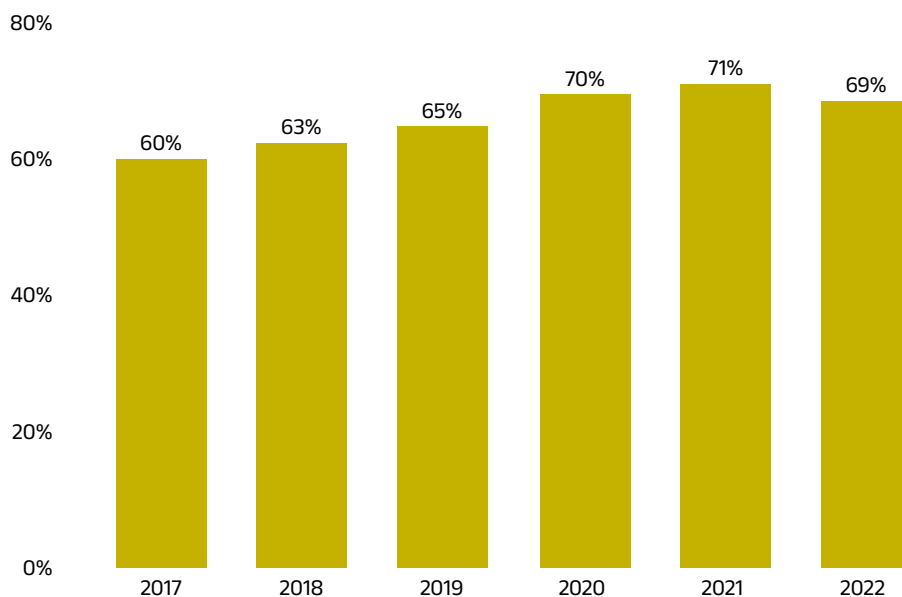
Hem analitzat també les publicacions científiques en accés obert a Catalunya i a cadascun d'aquests 25 països que lideren el rànquing de col·laboracions amb els investigadors i investigadores d'entitats de Catalunya, a qui correspondria una setena posició en l'acumulat 2017-2022. Seria la quarta posició de la UE en publicacions en obert, amb un 67%, mentre que els EUA, que ocupen la primera posició en les col·laboracions internacionals de Catalunya, baixen fins a la posició 22 en publicacions en accés obert. La política d'accés obert que impulsa la UE es veu recompensada amb el fet que de les 10 primeres posicions (11 comptant la de Catalunya en aquest grup), 8 són països actualment a la UE27. Els dos líders globals en publicacions (EUA i la Xina) ocupen les darreres posicions d'aquest gràfic.

Gràfic 11. Publicacions científiques en accés obert per països. Valor total pel període 2017-2022. Font: elaboració pròpia a partir de dades Scopus



En el cas de Catalunya, l'evolució de les publicacions científiques en accés obert entre els anys 2017 i 2022, ha mostrat una tendència a l'alça, tal com mostra el gràfic 12.

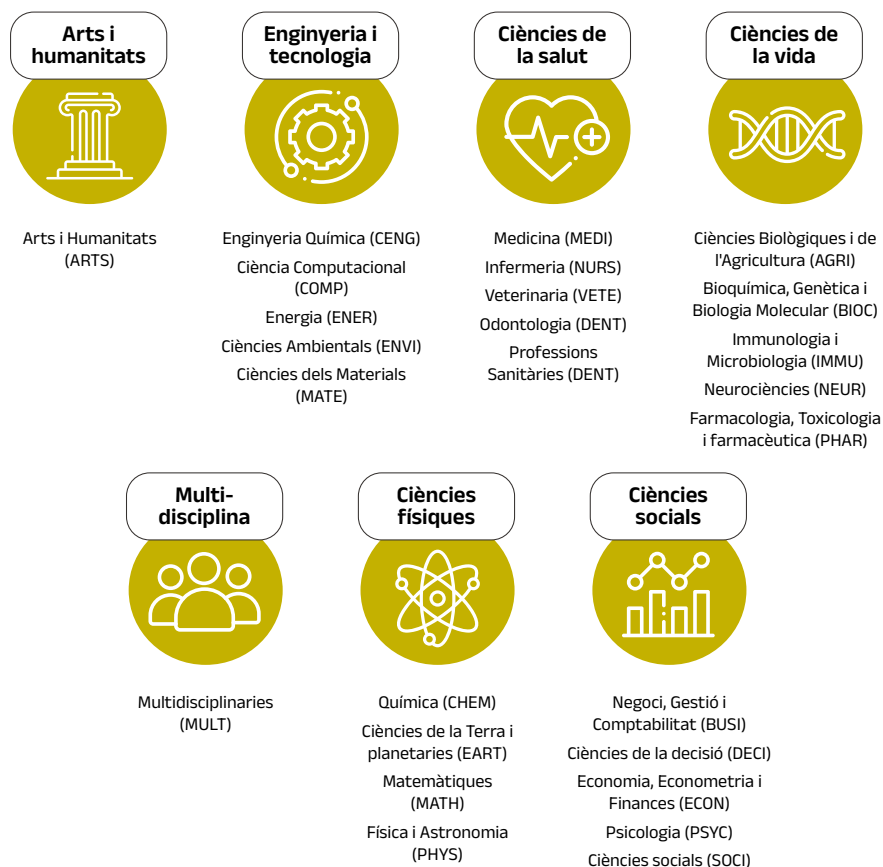
Gràfic 12. Evolució de Catalunya en les seves publicacions en accés obert (2017-2022). Percentatge respecte el total de publicacions. Font: elaboració pròpia



Copublicacions internacionals de Catalunya, segmentades per disciplines

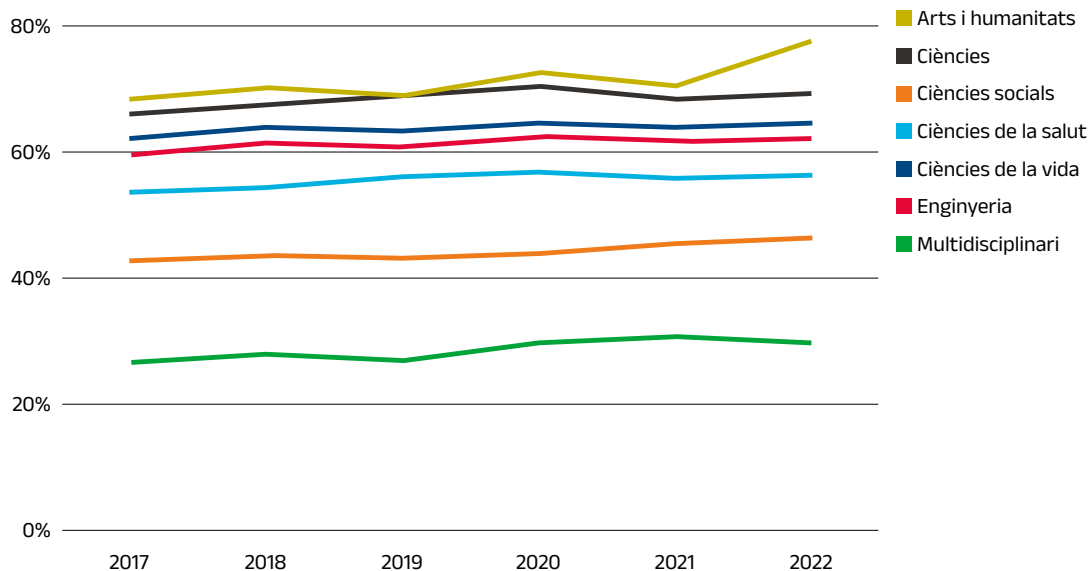
Hem analitzat per àrees les publicacions científiques de Catalunya en col·laboració internacional durant el període 2017-2022, segmentat les publicacions d'acord amb les mateixes àrees temàtiques que utilitza Scopus (figura 7).

Figura 7. Àrees Scopus utilitzades com a referència per segmentar les publicacions en col·laboració internacional de Catalunya 2017-2022. Font: elaboració pròpia.



L'àrea de les Ciències físiques (química, ciències de la Terra i planetàries, matemàtiques, física i astronomia) és on les institucions de Catalunya col·laboren internacionalment en major percentatge (69,3%), amb l'excepció del "calaix" multidisciplinari. El percentatge menor de col·laboració internacional es dona en Arts i humanitats, segons les dades extretes en aquest treball.

Gràfic 13. Publicacions científiques de Catalunya: percentatge de col·laboració internacional per àrees (2017-2022).
Font: elaboració pròpia a partir de dades Scopus



Thelwall i Sud²⁶⁵ argumenten que l'impacte de la col·laboració varia segons el camp, i que en humanitats és més freqüent trobar recerques individuals en forma de monogràfics, de manera que la col·laboració no genera necessàriament més citacions. Amb tot, després de la pandèmia s'ha reivindicat el paper de les arts i les humanitats com a resposta als reptes socials i polítics, les desigualtats i l'impacte de la crisi climàtica i les greus conseqüències socials d'aquesta com és la migració forçada i les crisis de refugiats. És possible que en una sèrie temporal es detectin increments en la col·laboració internacional en aquests camps en els propers anys.

3.2. Coautoria en patents

Ja hem vist que per mesurar la col·laboració internacional, la mètrica més emprada és la copublicació. La coautoria en patents és menys referida, atès que es precisen dades de col·laboracions entre inventors que impliquen empreses internacionals i informació més difícil d'obtenir i més complexa de sistematitzar a nivell de seguiment, i que a més no reflecteix els fluxos informals de coneixement. No obstant això, recordem que l'ERA es va crear amb el propòsit de superar tres debilitats identificades a Europa i les seves regions: finançament per a recerca insuficient, un context poc estimulant per a la recerca i la seva explotació, i una elevada fragmentació d'activitats i recursos. Hem vist a l'apartat 2 que les mètriques recomanades per valorar la coautoria en patents, com a mesura de la col·laboració internacional en R+I són les entrades a l'EPO.

Hem efectuat una consulta de les sol·licituds de patent europea directes i sol·licituds internacionals que van entrar a la fase europea durant el període 2018-2022, ambdós inclosos. L'anàlisi es basa en patents publicades concedides per l'EPO. Els resultats ens indiquen que el nombre de sol·licituds de Catalunya entre 2018 i 2022 es manté força constant, en unes 600 ($\pm 8\%$ aproximadament). En aquest període Catalunya representa entre el 31% i el 34% de les patents de l'Estat espanyol sol·licitades a l'EPO. La taula 2 en mostra els resultats.

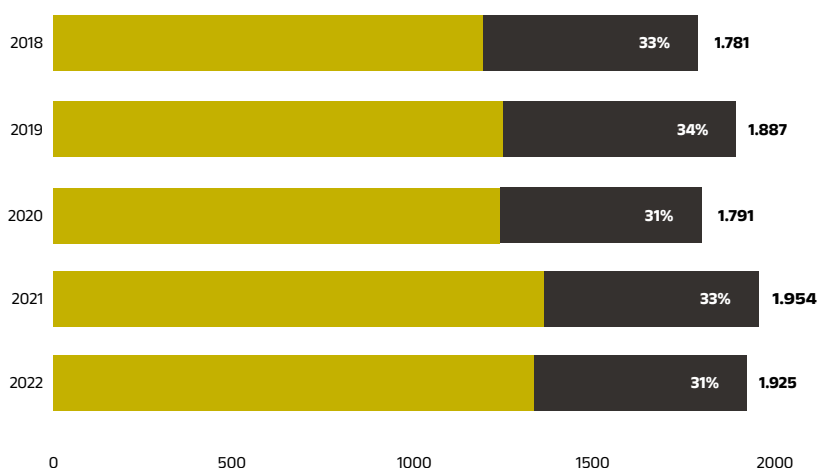
²⁶⁵ Thelwall i Sud, 2016.

Taula 2. Evolució de les patents de Catalunya, Estat espanyol i països de l'EPO i resta de països del món, entre 2018 i 2022.
Font: EPO

	2018	2019	2020	2021	2022
Estat espanyol	1.781	1.887	1.791	1.954	1.925
Catalunya	595	645	559	653	604
Altres estats de l'EPO ²⁶⁶	81.594	82.493	81.443	83.775	83.955
Tots els països	174.481	181.406	180.250	188.600	193.460

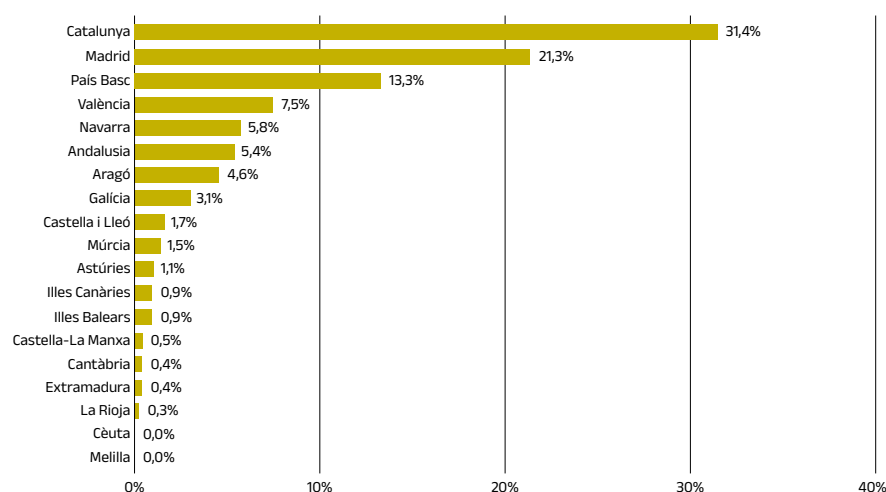
Per determinar l'origen geogràfic es pren de referència el país de residència del primer sol·licitant que figura al formulari de sol·licitud. En els casos en què s'esmenten diversos sol·licitants al formulari de sol·licitud, s'aplica el país de residència del primer sol·licitant indicat (gràfic 14).

Gràfic 14. Nombre total de patents registrades a l'EPO per l'Estat espanyol i percentatge que representen les sol·licitades des de Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir de dades EPO



Aquest percentatge és el més alt de l'Estat espanyol, com es reflecteix al gràfic 15. Del total de 1.925 patents comptabilitzades de l'Estat espanyol el 2022, les 604 de Catalunya representen gairebé una de cada 3 patents presentades, per damunt de la segona comunitat autònoma, amb 1 de cada 5 de les presentades a l'EPO per entitats de l'Estat espanyol.

Gràfic 15. Percentatge de patents registrades a l'EPO per les diferents comunitats autònomes de l'Estat espanyol. Any 2022. Font: elaboració pròpia a partir de dades EPO



²⁶⁶ Els 38 estats membres de l'EPO inclouen els 27 estats de la UE.

No hem pogut obtenir dades desagregades relatives als països amb qui més es copatenta des de Catalunya. No obstant això, ens podem referir a unes dades que proporciona l'OECD per al conjunt de l'Estat espanyol. Les bases de dades de cooperació en patents que proporciona aquesta entitat,²⁶⁷ amb data de sol·licitud 2018 i per a Espanya (extretes el maig de 2023) ens donen uns resultats de referència que poden resultar interessants de comentar, atès el pes de Catalunya en el total de patents espanyoles.

Taula 3. Patents en col·laboració internacional de l'Estat espanyol. Any 2019. Font: OECD.Stat

		Propietat forana d'invencions domèstiques	% de patents propietat d'inventors forans	Propietat domèstica d'invencions foranes	% de patents inventades fora	Patents amb coinventors forans	% de patents amb coinventors forans
		Nombre	Percentatge	Nombre	Percentatge	Nombre	Percentatge
SOL·LICITUDS A L'EPO	TOTAL PATENTS	2.044	..	1.469	..	2.044	..
	Total col·laboració amb exterior	700	34,25	170	11,57	466	22,8
	Japó	10	0,49	2	0,14	7	0,34
	EUA	205	10,03	32	2,18	127	6,21
	UE27	376	19,99	95	6,87	285	15,15
SOL·LICITUDS AL PCT	TOTAL PATENTS	2.066	..	1.391	..	2.066	..
	Total col·laboració amb exterior	806	39,01	172	12,37	499	24,15
	Japó	10	0,48	3	0,22	8	0,39
	EUA	330	15,97	33	2,37	154	7,45
	UE27	375	18,18	93	6,68	260	12,6
SOL·LICITUDS A LA USPTO	TOTAL PATENTS	1.883	..	927	..	1.883	..
	Total col·laboració amb exterior	1.070	56,82	146	15,75	716	38,02
	Japó	13	0,69	2	0,22	8	0,42
	EUA	634	33,67	51	5,5	355	18,85
	UE27	261	17,4	71	9,04	274	18,27

En les sol·licituds a l'EPO de tot l'Estat espanyol, un 22% de les invencions són presentades en col·laboració de coinventors forans, la majoria dels quals de la UE27, seguides d'inventors dels EUA. En el cas de les patents presentades a l'oficina dels EUA, les invencions amb aquest país augmenten fins igualar les realitzades amb els països de la UE27.

No disposem de dades relatives a Catalunya però, com hem vist, 1 de cada 3 patents presentades per l'Estat espanyol a l'EPO és catalana. A continuació fem una anàlisi comparativa de les patents presentades per Catalunya envers altres països que han registrat sol·licituds de patents a l'EPO. A tal efecte consultem el nombre de patents sol·licitades pels 25 països amb més entrades a l'EPO l'any 2022. Els EUA ocupen la primera posició, amb 48.088 i Polònia la darrera, amb 615. Espanya ocupa la 17a posició, amb 1.925 sol·licituds. Catalunya en va presentar 604 l'any 2022, similar als països que ocupen les posicions 24 o 25.

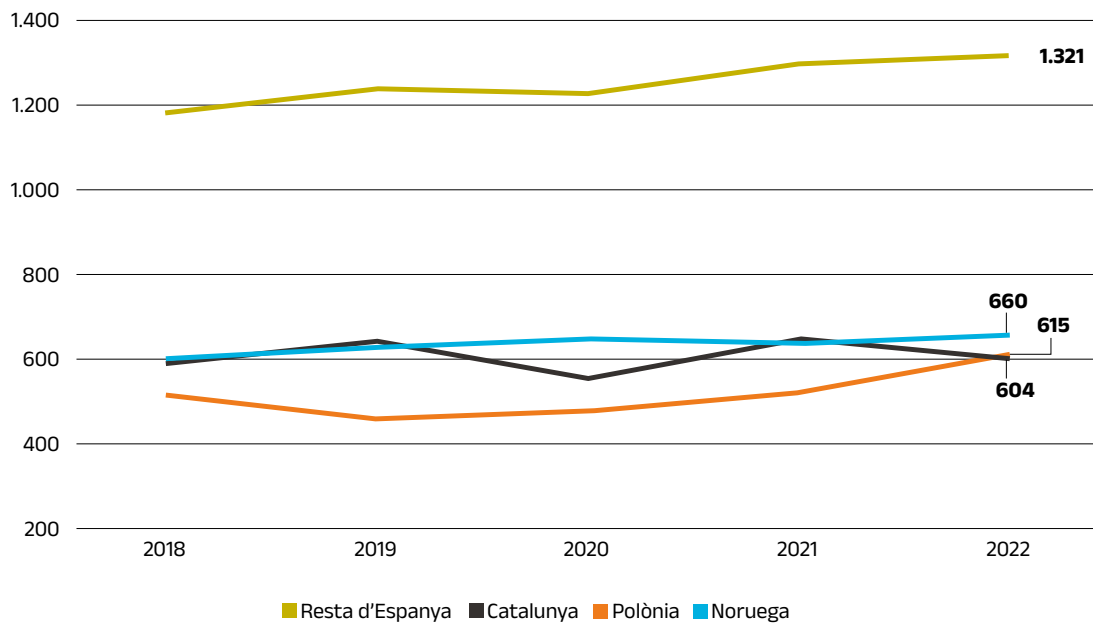
267 OECD.Stat: <https://stats.oecd.org/>

Taula 4. Països sol·licitants de patents a l'EPO. Any 2022. Font: EPO

Posició	País	Sol·licituds de patents
1	Estats Units	48.088
2	Alemanya	24.684
3	Japó	21.576
4	Xina	19.041
5	França	10.900
6	Corea del Sud	10.367
7	Suïssa	9.008
8	Països Baixos	6.806
9	Regne Unit	5.697
10	Suècia	5.036
11	Itàlia	4.864
12	Dinamarca	2.662
13	Bèlgica	2.604
14	Àustria	2.388
15	Finlàndia	2.140
16	Canadà	2.001
17	Espanya	1.925
18	Israel	1.741
19	Taiwan	1.474
20	Irlanda	1.140
21	Austràlia	1.003
22	Singapur	835
23	Índia	817
24	Noruega	660
25	Polònia	615

Podríem dir que Catalunya ocuparia una posició similar a tot Polònia o tot Noruega (gràfic 16). Són dos dels països amb un nombre de sol·licituds similars a les catalanes.

Gràfic 16. Comparativa de les patents registrades a l'EPO per Catalunya, la resta de l'Estat espanyol i dos països amb uns volums de sol·licituds anuals de patents similars a Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir de dades EPO



De l'anàlisi anterior es desprèn que Catalunya ocupa una posició superior a la que li correspondria per pes sobre el PIB de l'Estat espanyol (aproximadament 17,3%) i població (16,3%). També és superior al que li correspondria per població si es compara amb un país europeu emergent en termes de l'*European Innovation Scoreboard* (EIS)²⁶⁸ (Polònia) i una població que quintuplica la de Catalunya (37,7 milions d'habitants). En el cas de Noruega, la població d'aquest país nòrdic és inferior a la de Catalunya (5,4 milions) i, malgrat que no disposem del seu índex d'Innovació segons l'EIS (per no pertànyer a la UE), el rànquing *The Global Economy*²⁶⁹ el situa en posició 14, per damunt del lloc 19 d'Espanya.

3.3. Talent internacional

Personal d'R+D a universitats i centres CERCA

En aquest apartat analitzarem les dades proporcionades per la base de dades UNEIX²⁷⁰ sobre el personal estranger a les universitats als centres de recerca CERCA i dades del CSIC i de les grans infraestructures utilitzant com a fonts les mateixes institucions.

L'any 2021 hi havia 17.418 persones dedicades a R+D a les universitats públiques catalanes (42,3% dones) i 16.888 als centres CERCA (52,3% dones). Aquesta població inclou totes les categories professionals tant a universitats com a centres (vegeu capítol 1 i capítol 2 d'aquest informe per a més detall sobre les diferents categories professionals i acadèmiques corresponents respectivament a les universitats i als centres recerca).

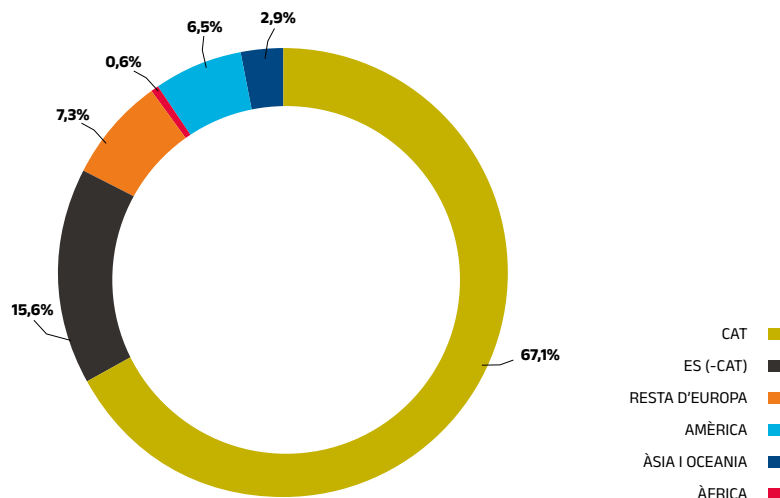
L'any 2021, del total de les 17.418 persones a les universitats públiques, 3.041 eren internacionals (no catalanes [67%] ni de la resta de l'Estat espanyol [16%]). La majoria del personal estranger provenia de la resta d'Europa (7%) i d'Amèrica (6%).

268 <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard/eis>

269 https://www.theglobaleconomy.com/rankings/gii_index/Europe/

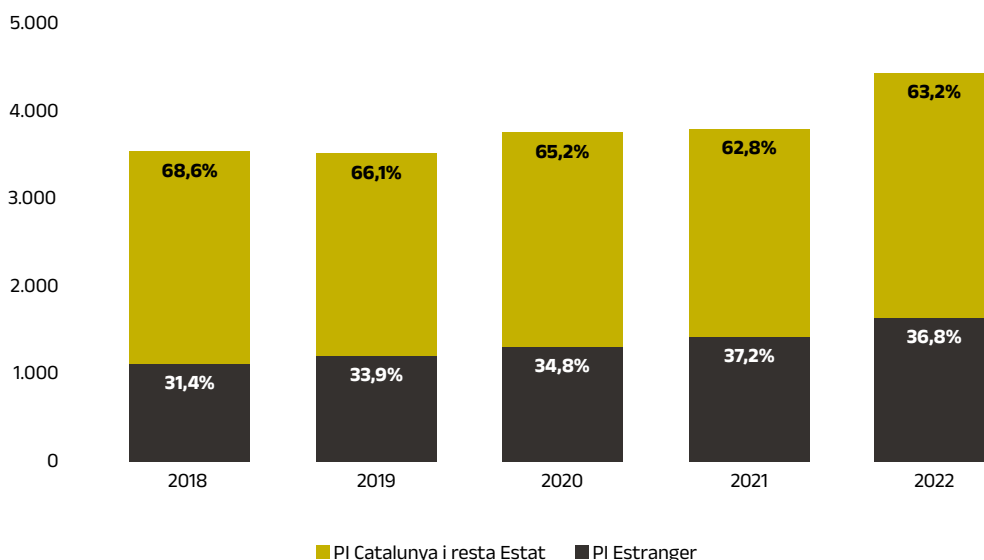
270 Sistema cooperatiu d'informació d'universitats i de recerca de Catalunya, UNEIX, conjuntament amb les universitats i centres de recerca i d'acord amb l'estadística oficial d'aquests àmbits establerta amb l'Idescat (Institut d'Estadística de Catalunya).

Gràfic 17. Percentatge de personal local i estranger a les universitats catalanes. Any 2021. Font: UNEIX



En el cas del personal investigador (PI) l'activitat del qual, derivada de la seva modalitat contractual, és únicament la recerca, l'evolució 2018-2022 és d'increment del personal estranger. Aquesta dada, extreta del portal "Recerca i Universitats en Xifres"²⁷¹ del Departament de Recerca i Universitats, hi inclou el personal investigador en formació, el personal investigador amb contracte mitjançant convocatòries públiques competitives, el personal investigador per convenis de col·laboració i el personal investigador amb càrrec a projectes de recerca d'alta a 31 de desembre. El portal no facilita dades de totes les universitats.²⁷²

Gràfic 18. Evolució del Personal Investigador local i internacional a les universitats catalanes. Període 2017-2021. Font: DREU

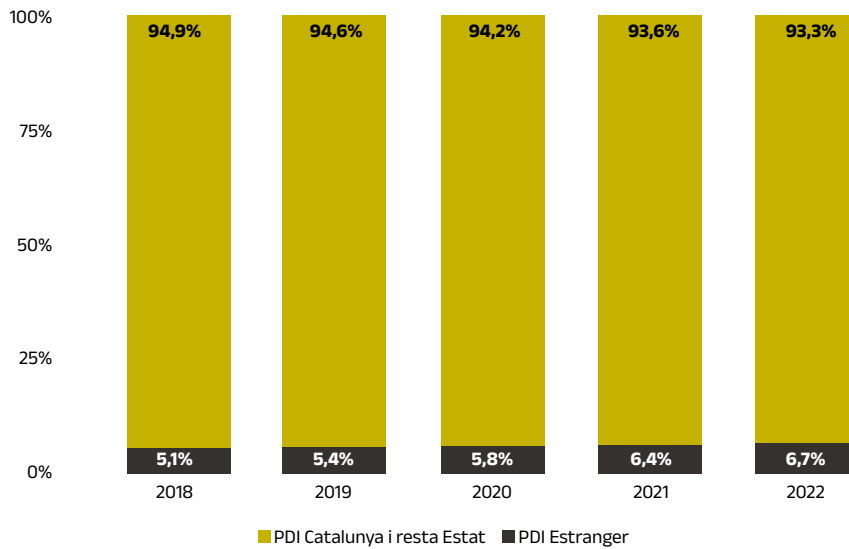


De la mateixa font obtenim l'increment del personal docent investigador (PDI) a les universitats catalanes respecte al personal nacional.

²⁷¹ https://recercaiuniversitats.gencat.cat/ca/03_ambits_dactuacio/sur-en-xifres/Personal/PDI-i-Investigadors/detalle/

²⁷² Hi manquen dades de la Universitat Internacional de Catalunya i de la Universitat Abat Oliba.

Gràfic 19. Evolució del Personal Docent i Investigador local i internacional a les universitats catalanes. Període 2017-2021. Font: DREU

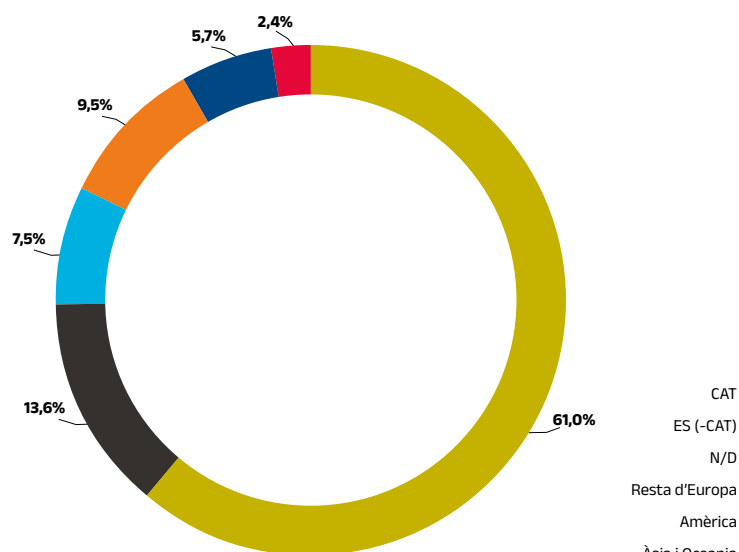


En tots dos casos es dona un increment del personal estranger a les universitats, reflectint en especial el PI l'obertura de Catalunya al talent internacional.

Centres de recerca

L'any 2005 la DGR va crear el programa CERCA per impulsar l'acció de centres de recerca existents.²⁷³ Aquests centres d'excel·lència, amb vocació internacional, han desenvolupat polítiques que han propiciat la contractació de personal d'altres països, afavorides per un règim d'autonomia especial legalment establert, que els defineix com a entitats amb personalitat jurídica pròpia, sense ànim de lucre i amb seu a Catalunya que tenen com a objecte principal la recerca d'excel·lència i el seu impacte en la societat.²⁷⁴ Els centres CERCA han estat reconeguts internacionalment com a model de recerca capdavantera i de frontera. Els mateixos estatuts de la Institució CERCA, que els empara i els coordina, té entre les seves funcions contribuir a la presència internacional dels centres i a potenciar la col·laboració internacional i la mobilitat dels investigadors i investigadores i l'atracció i retenció de talent a nivell internacional.

Gràfic 20. Percentatge de personal local i estranger als centres CERCA. Any 2021. Font: UNEIX



273 Sobre els centres CERCA vegeu capítol 2 d'aquest informe.

274 Sobre l'impacte dels centres CERCA vegeu capítol 4 d'aquest informe.

Grans infraestructures

El Barcelona Supercomputing Center (BSC), a la seva memòria de l'any 2022,²⁷⁵ recull la dada de personal i el percentatge d'estrangers: 798 persones, un 32% de les quals són estrangers procedents de 54 països. El Síncrotró ALBA, l'any 2022 disposava d'una plantilla de 233 persones²⁷⁶ de diferents nacionalitats. Aquesta infraestructura refereix per a l'any anterior en la seva darrera memòria anual publicada²⁷⁷ una plantilla de 213 persones de 18 nacionalitats diferents.

La Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA) és el programa que ha contribuït en major mesura a Catalunya a la captació de personal investigador d'origen no català ni de la resta de l'Estat espanyol. El 40% dels 276 professors ICREA²⁷⁸ són internacionals. D'aquests, 113 es troben a les universitats, 116 als centres CERCA, 16 als centres CSIC i la resta es reparteixen per altres institucions com ara les grans infraestructures. Des de la seva creació, ICREA ha tingut un paper²⁷⁹ clau en l'èxit de Catalunya captant ajuts de l'ERC (vegeu apartat 3.4). Segons dades AGAUR de febrer de 2023, 183 ajuts (el 38% dels captats per Catalunya) han estat atorgats a investigadors que eren ICREA en el moment de la concessió.

3.4. Projectes competitius amb finançament europeu

Si bé el programa ITER, gestionat per l'agència europea *Fusion for Energy* (F4E) amb seu a Barcelona concentra el 74% dels recursos europeus obtinguts a Catalunya,²⁸⁰ no es considerarien fons competitius. Les principals fonts de finançament competitiu per a recerca, innovació i educació superior a Catalunya són els programes marc (actualment, H2020 i Horitzó Europa²⁸¹ en execució) i el programa Erasmus+²⁸² per a l'educació superior i la joventut, centrat en la inclusió social i la participació democràtica. En menor mesura, captem fons via el programa LIFE per a l'acció climàtica²⁸³ i els programes Interreg Europe,²⁸⁴ que aborda reptes regionals.

A efectes d'aquesta anàlisi ens centrem en l'acompliment de les entitats i investigadors i investigadores de Catalunya als dos darrers programes marc d'R+I de la UE, anàlisi que ens permet veure l'impacte de la col·laboració internacional traduïda en captació de finançament competitiu. Per al període 2021-2027 el programa HEU incideix especialment, com hem vist en la secció 5.1, en l'impuls de la col·laboració internacional per fer front als reptes globals i per a la consecució de les prioritats polítiques de la UE. El pressupost total del programa marc 2021-2027 és de 95.500 M€. Per a aquest període, la Comissió Europea ha inclòs els fons HEU dins del global de l'estratègia Next Generation, dirigida impulsar una Europa més preparada i resiliència.²⁸⁵

Acompliment de Catalunya als Programes Marc

L'Horitzó Europa s'estructura al voltant de 3 pilars enfocats respectivament a un objectiu del programa:

- **PILAR 1:** la recerca d'excel·lència, amb les convocatòries per a personal de recerca (ajuts ERC de Recerca i contractes Marie Skłodowska-Curie -MSC), i per a infraestructures de recerca (amb convocatòries com les INFRADEV).
- **PILAR 2:** programes de finançament de l'R+D organitzats en "clústers" o agrupacions temàtiques i que responen a reptes pels quals la Comissió Europea vol incentivar la recerca en col·laboració

²⁷⁵ BSC, 2022.

²⁷⁶ Vegeu capítol 2 per a més detall.

²⁷⁷ CELLS, 2022.

²⁷⁸ ICREA, 2023.

²⁷⁹ Per a més detall vegeu l'apartat 8 del capítol 2.

²⁸⁰ Dades del Departament d'Acció Exterior i Unió Europea.

²⁸¹ Horitzó 2020 correspon al període 2014-2020 i Horitzó Europa al període 2021-2027.

²⁸² <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/>

²⁸³ https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en

²⁸⁴ <https://www.interregeurope.eu/>

²⁸⁵ https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility_en

internacional i la transferència de coneixement. Clima, energia i mobilitat; món digital, indústria i espai; i salut, per aquest ordre fan el gruix de la captació de projectes de recerca de Catalunya.

- **PILAR 3:** el pilar de la innovació, amb els programes d'acceleració de negocis del Consell Europeu d'Innovació (EIC), l'Institut Europeu d'Innovació i Tecnologia (EIT) i el més recent, Ecosistemes Europeus d'Innovació (EIE) amb els que Europa ha fet l'aposta pilot per impulsar la seva nova agenda europea d'innovació.

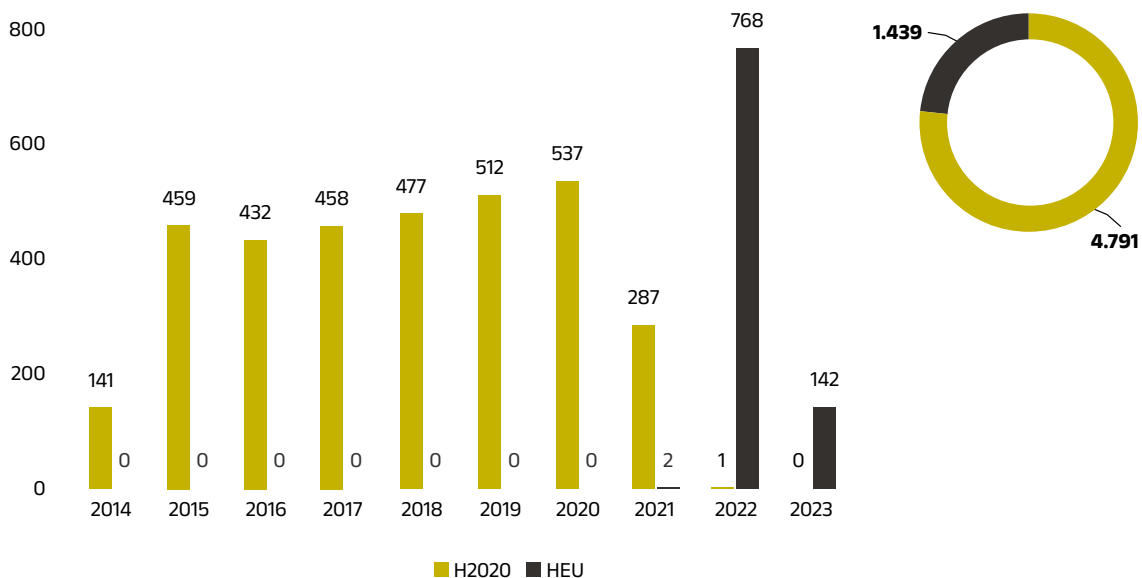
A més d'aquests pilars verticals hi ha instruments complementaris i transversals com el Joint Research Centre (JRC), del qual sorgeix molta de la reflexió i la proposta estratègica d'Europa, i els instruments transversals per ampliar la participació, sobre tot als països de la UE13²⁸⁶ i el programa de reforç del sistema europeu de recerca i innovació.

Hem volgut fer aquesta explicació prèvia per tal de poder discutir a continuació els àmbits, clústers i instruments en què Catalunya té més èxit en la captació de fons. En concret, on Catalunya atrau la major part dels fons és el dels reptes globals i la competitivitat industrial europea, amb un 65,8% del total de fons que arriben a Catalunya. Les entitats tipus que accedeixen a aquests fons són els centres de recerca, grans infraestructures, grups d'investigació de les universitats i hospitals treballant per generar coneixement i afavorir l'adopció de solucions innovadores per part de la indústria i la societat. Amb un 24,8%, els ajuts que capta Catalunya de l'ERC, MSC i Infraestructures proporcionen fons competitiu per al talent i la recerca de frontera. Finalment, la innovació finançada amb el pilar 3 representa un 8,2% dels fons que capta Catalunya i és on les empreses i clústers industrials obtenen fons competitiu per als seus projectes col·laboratius internacionals.

Dades generals

Catalunya ha captat de l'Horitzó 2020 i de l'Horitzó Europa un total de 2.507,37 M€. Aquesta xifra representa el 2,86% de l'atorgat als dos programes fins a juny de 2023. En l'anterior *Informe sobre l'Estat de la Ciència* (FCRI, 2022) es recollien dades corresponents als fons captats a l'Horitzó 2020 entre 2014 i 2020, desagregades per tipologia d'entitat. Per comparativa utilitzarem la dada AGAUR publicada el març de 2023, que recull la participació a l'Horitzó 2020, i la compararem amb dades actualitzades al moment de l'elaboració d'aquest informe, de la captació de fons a l'Horitzó Europa. Com es veu al gràfic 21, el segon any de l'Horitzó Europa (2022) es capten un 38% més de fons que en el segon any de l'Horitzó 2020 (432 enfront de 768 M€).²⁸⁷

Gràfic 21. Fons captats en M€ (esquerra) i participació (dreta) de Catalunya en els programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Juny 2023. Font: elaboració pròpia a partir de dades Horizon Dashboard



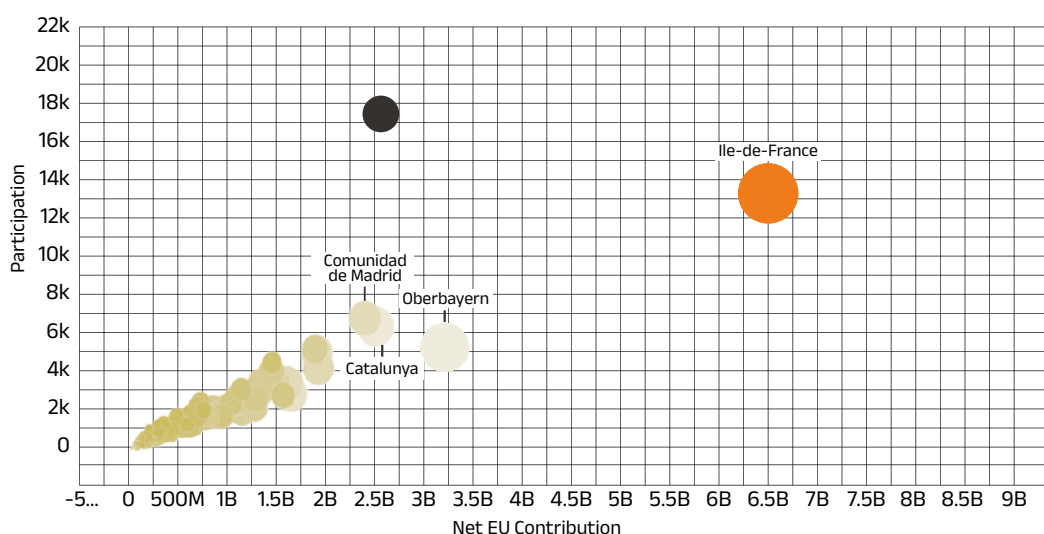
286 <https://ec.europa.eu/newsroom/jrcseville/items/56531/en>

287 Utilitzem la referència dels segons anys atès que és quan es consolida el programa i no es rep una influència tan substancial dels projectes que finalitzen del programa anterior com succeeix en el primer any de programa (dades CORDIS 2023).

Les entitats de Catalunya han participat en 4.287 projectes, sumant fins a 6.455 participacions (diferència que s'explica perquè més d'una entitat de Catalunya pot estar participant en un mateix projecte). Un 9,68% dels contractes signats amb la Comissió Europea en forma de projecte competitiu finançat amb fons europeus se signen a Catalunya. L'evolució en el temps de la captació de fons de l'Horitzó 2020 i l'Horitzó Europa es mostra al gràfic 21. En el període de l'Horitzó 2020 (2014-2020) van incrementar els fons captats any rere any. Si ens fixem en la posició que ocupa Catalunya entre la resta de regions (nivell NUTS2) europees, veiem que es troba en una posició molt destacada pel que fa a fons captats i participació en projectes Horitzó 2020 i Horitzó Europa.

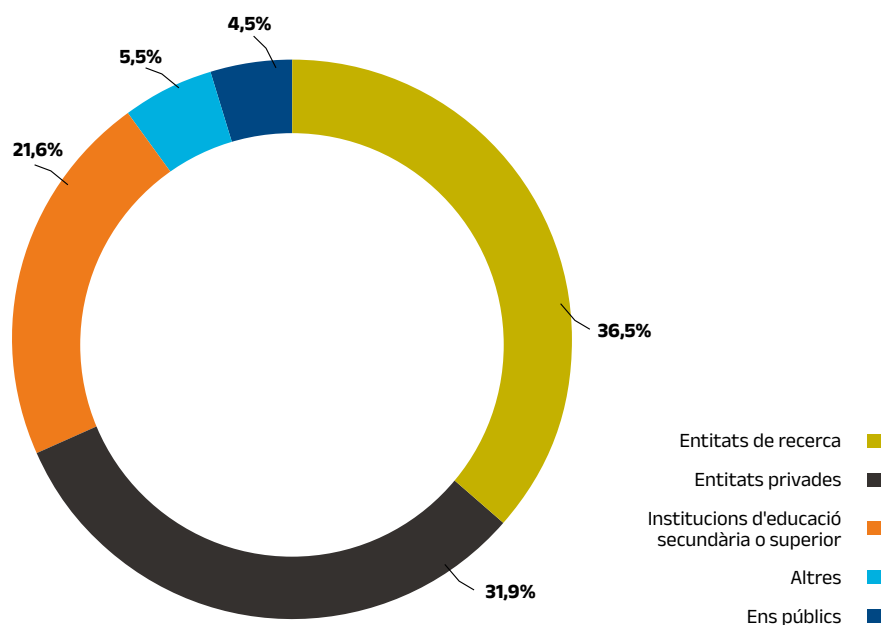
Gràfic 22. Posició de les 4 primeres regions (NUTS2) d'acord amb la seva participació i captació de fons als programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Juny 2023. Font: Horizon Dashboard

Overview by country-region



Per entitats, els centres i instituts de recerca públics i les entitats privades amb ànim de lucre lideren la captació de fons, seguides per entitats d'ensenyament superior i secundària.

Gràfic 23. Percentatge de fons captats d'H2020 i HEU segons tipologia d'entitats. Juny 2023. Font: elaboració pròpia a partir de dades Horizon Dashboard



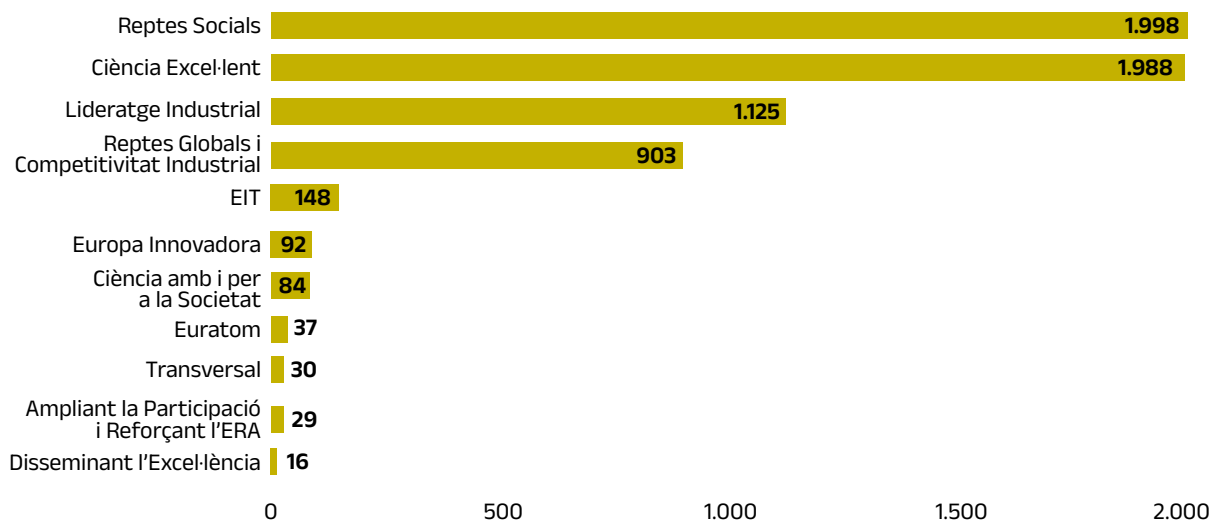
Cada projecte d'Horitzó 2020 i Horitzó Europa en què participa Catalunya ha atret de mitjana uns 595.000 €. Però hi ha projectes amb què Catalunya ha obtingut una contribució més elevada de la Comissió Europea. La taula 4 recull els 20 beneficiaris amb major finançament d'Horitzó 2020 i del que portem d'Horitzó Europa.

Taula 5. Principals beneficiaris als programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa, per àmbits. Font: Horizon Dashboard

PROGRAMA	ÀMBIT	ENTITAT	CONTRIBUCIÓ EU (EUR)
HEU	Innovative Europe	EIT KIC URBAN MOBILITY SL	134.512.187
H2020	Excellent Science	INSTITUT DE CIÈNCIES FOTÒNIQUES	68.960.522
H2020	Excellent Science	UNIVERSITAT DE BARCELONA	60.881.558
H2020	Excellent Science	UNIVERSITAT POMPEU FABRA	59.204.951
H2020	Excellent Science	UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA	57.635.926
HEU	Excellent Science	UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA	51.638.501
H2020	Excellent Science	CENTRE DE REGULACIÓ GENÒMICA	51.449.193
H2020	Excellent Science	BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER	51.212.632
HEU	Global Challenges and European Industrial Competitiveness	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	42.908.623
HEU	Global Challenges and European Industrial Competitiveness	BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER	42.728.675
H2020	Excellent Science	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	40.082.679
H2020	Industrial Leadership	BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER	36.300.874
H2020	Societal Challenges	EURECAT	33.876.090
HEU	Excellent Science	UNIVERSITAT POMPEU FABRA	29.077.188
H2020	Societal Challenges	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	28.987.402
H2020	Industrial Leadership	EURECAT	28.482.071
HEU	Excellent Science	UNIVERSITAT DE BARCELONA	26.683.061
H2020	Excellent Science	INSTITUT CATALÀ D'INVESTIGACIÓ QUÍMICA	25.592.464
H2020	Societal Challenges	LEITAT	24.195.594
H2020	Excellent Science	INSTITUT DE BIOENGINYERIA DE CATALUNYA	24.167.486

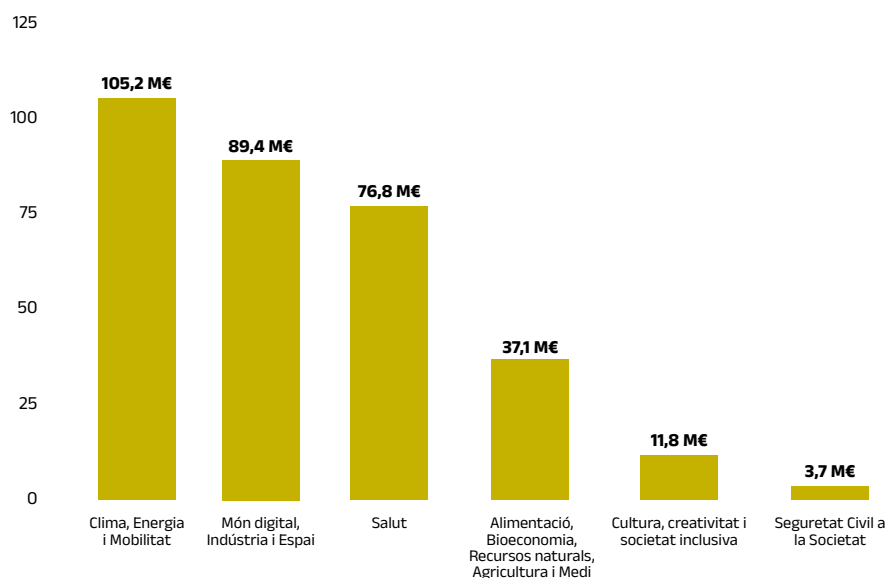
Com ens mostra el gràfic 24, Catalunya és especialment reeixida en la seva participació a l'Horitzó 2020 i Horitzó Europa en reptes socials, ciència excel·lent i lideratge industrial.

Gràfic 24. Participació de Catalunya en nombre de projectes, en els diferents àmbits dels programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Juny 2023. Font: AGAUR



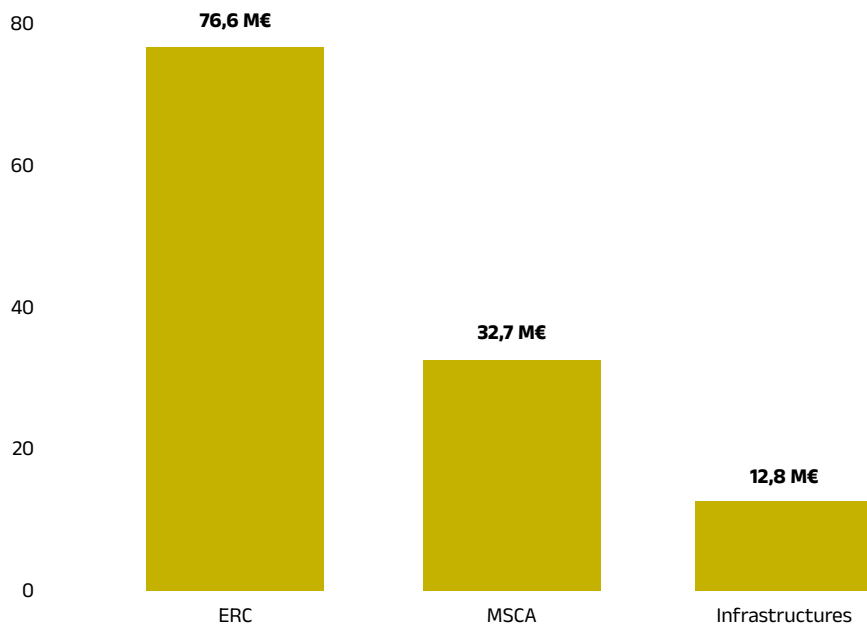
Davant dels reptes, hem vist que Europa finança l'R+I en sis clústers. Si observem la participació i la captació de fons de les entitats de Catalunya en aquests sis apartats, a partir de l'anàlisi de les dades d'Horitzó Europa 2021-2023, destaquen clima, energia i mobilitat (105,2 M€, un 2,9% sobre tots els fons Horitzó Europa), món digital, indústria i espai (89,4 M€, un 3,1% de tots els fons Horitzó Europa) i salut (76,8 M€, un 4,9% sobre tots els fons Horitzó Europa), per damunt dels altres tres clústers.

Gràfic 25. Captació de fons per les entitats de Catalunya en els diferents clústers temàtics del pilar 2 (reptes) 2021-2023. Març 2023. Font: AGAUR



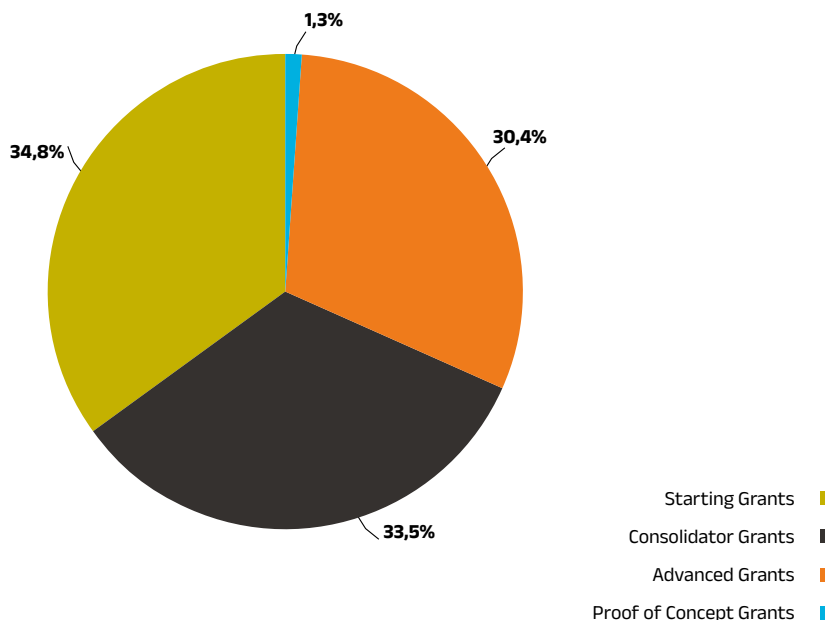
Val a destacar en aquesta anàlisi l'èxit de Catalunya en ciència excel·lent (pilar 1). L'ERC finança projectes de recerca a la frontera del coneixement, recolza el desenvolupament professional i la formació del personal investigador (MSC) i inverteix en la millora i optimització de l'accés internacional a infraestructures de recerca.

Gràfic 26. Fons captats del pilar de ciència excel·lent (programes ERC, MSC i infraestructures de recerca) a Horitzó 2020 i Horitzó Europa (2021-2023). Març 2023. Font: AGAUR



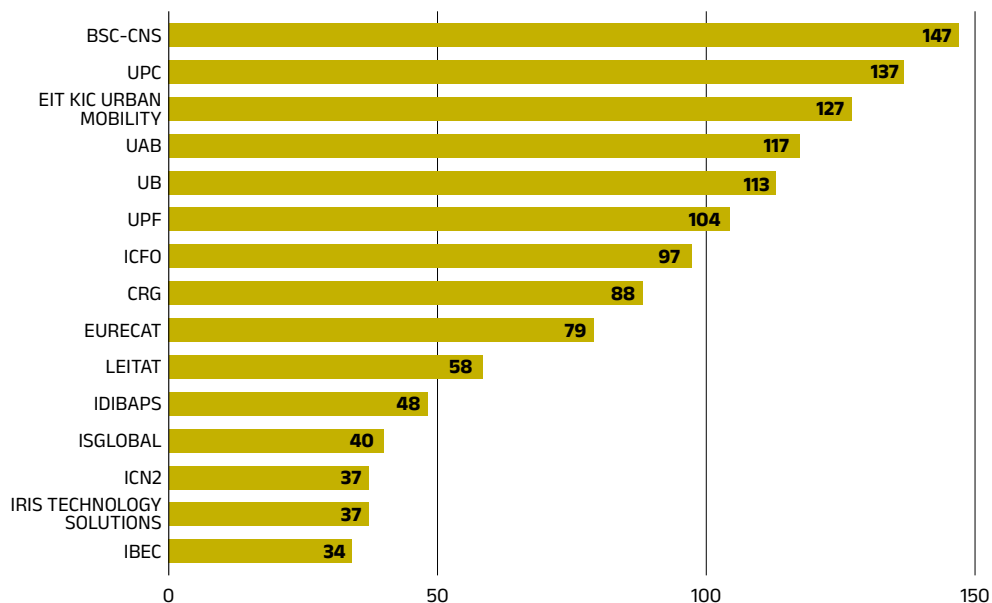
Pel que fa als ajuts de l'ERC, Catalunya ha atret 76,6 M€ (un 3,8% sobre tots els fons d'Horitzó Europa) amb una distribució de gairebé un terç de cadascuna de les modalitats: Starting Grants (doctors amb una antiguitat d'entre 2 i 7 anys), Consolidator Grants (doctors amb una antiguitat d'entre 7 i 12 anys) i Advanced Grants (doctors amb un historial d'èxits de recerca destacats en els darrers 10 anys).

Gràfic 27. Percentatge de les diferents tipologies d'ajuts de l'ERC rebuts a Catalunya dels programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa (2021-2023). Març 2023. Font: AGAUR



Algunes entitats lideren el nombre la participació i la captació de fons als programes marc. El gràfic 28 recull les principals entitats de Catalunya en captació de finançament a Horitzó 2020 i Horitzó Europa.

Gràfic 28. Principals institucions de Catalunya en captació de fons als programes marc de la UE Horitzó 2020 i Horitzó Europa (valors en M€). Juny 2023. Font: elaboració pròpia a partir de dades Horizon Dashboard



Per a una informació més àmplia sobre els fons captats per Catalunya del programa marc Horitzó Europa, es poden consultar els informes elaborats periòdicament per AGAUR²⁸⁸ amb dades oficials de la Comissió Europea disponibles també al *Dashboard* d'Horitzó Europa.

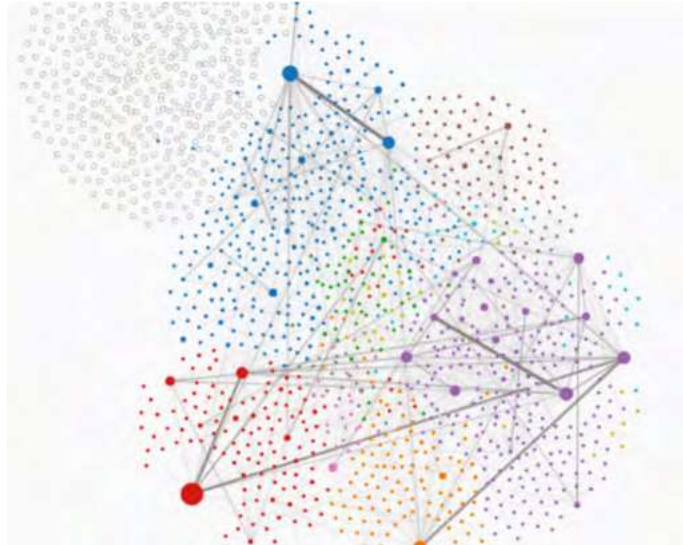
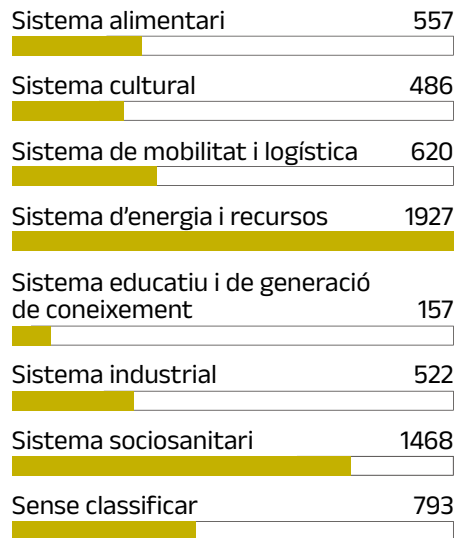
Participació en projectes competitiu, per sistemes (RIS3MCAT)

La plataforma RIS3MCAT és una eina interactiva que permet mapar i caracteritzar l'activitat de les entitats catalanes en projectes dels instruments de la RIS3CAT (especialització intel·ligent) i dels programes europeus Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Permet visualitzar l'evolució de l'especialització sectorial i tecnològica de la recerca i innovació de Catalunya finançada amb fons europeus, els diferents àmbits d'actuació o sistemes, i la xarxa de connexions i col·laboracions de les entitats de Catalunya. A la figura 8 cada punt representa una entitat i les línies són connexions col·laboratives.

²⁸⁸ <https://agaur.gencat.cat/ca/internacional/projectes-estrategics-i-resultats/>

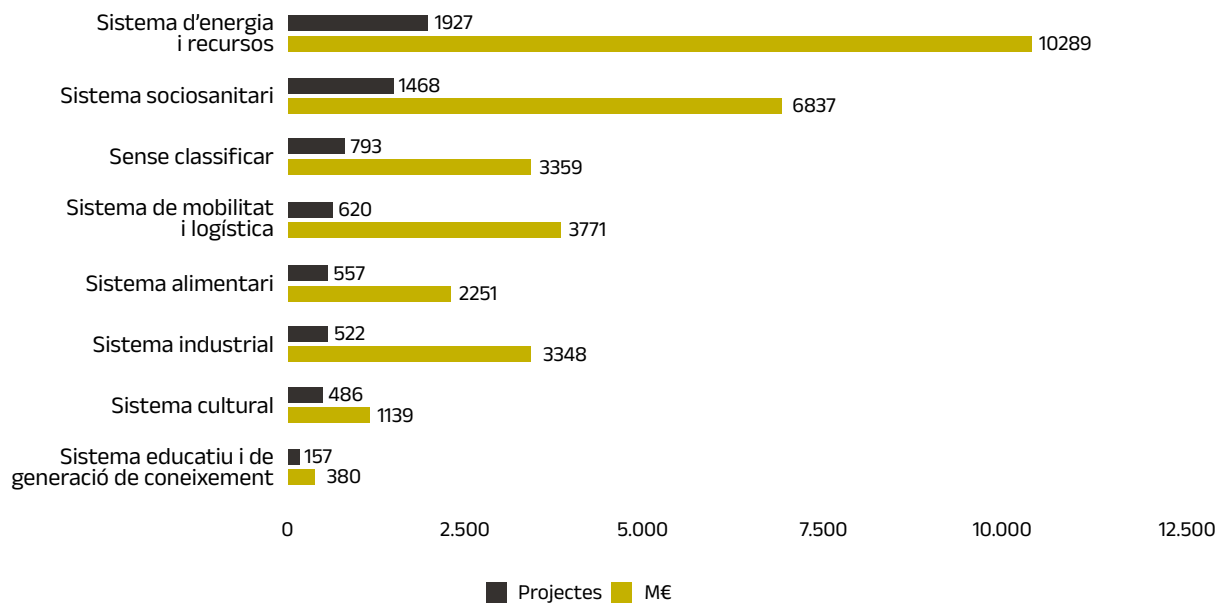
Figura 8. Xarxa de connexions i col·laboracions de les entitats de Catalunya per àmbits d'actuació. Maig 2023. Font: RIS3MCAT

Àmbits d'actuació

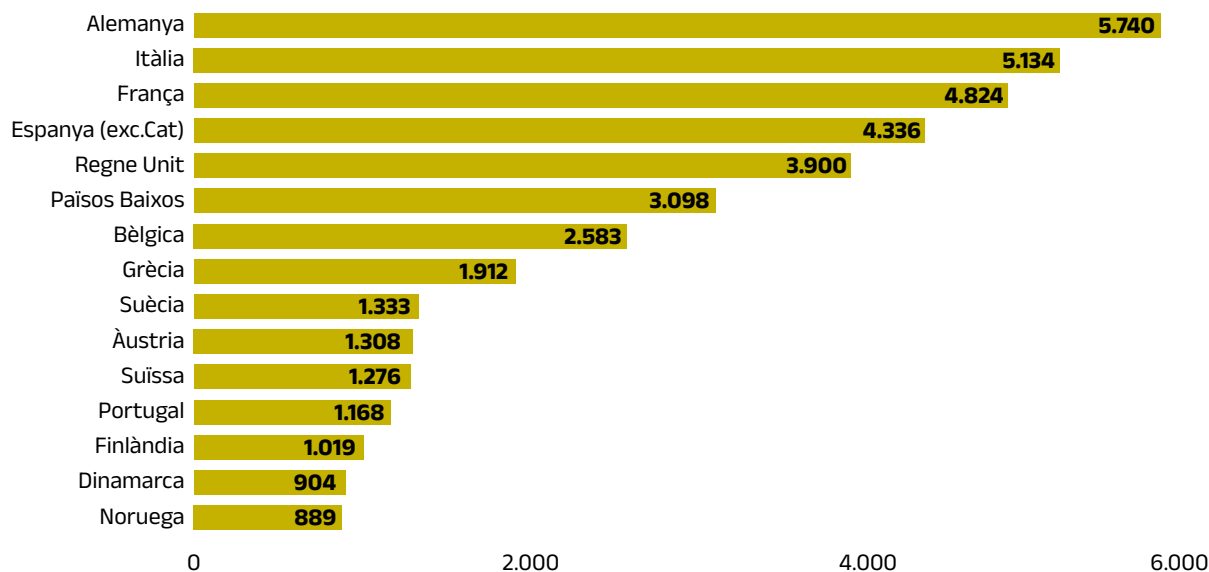


Ens interessa destacar i recomanar l'ús d'aquesta eina per la possibilitat d'analitzar l'acompliment de Catalunya en els diferents sistemes d'especialització sectorial.

Gràfic 29. Rànquing d'àmbits d'actuació per nombre de projectes i finançament captat (en M€). Maig 2023. Font: RIS3MCAT



Gràfic 30. Rànquing de països de procedència dels socis segons nombre de projectes de col·laboració amb Catalunya, a Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Maig 2023. Font: RIS3MCAT



3.5. Xarxes i aliances

Com a mesura de l'obertura del país en termes de coneixement, esmentem la participació de les entitats del sistema en les principals xarxes i aliances europees i internacionals. En destaquem algunes a continuació, sense ànim de fer-ne un recull complet.

Aliança Europea d'Universitats²⁸⁹

- Universitat de Barcelona (UB): CHARM EU²⁹⁰
- Universitat Autònoma de Barcelona (UAB): European Consortium of Innovative Universities (ECIU)²⁹¹
- Universitat Pompeu Fabra (UPF): EUTOPIA²⁹²
- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC): UNITE²⁹³
- Universitat Rovira i Virgili (URV): Aurora²⁹⁴
- Universitat Ramon Llull (URL): Engage EU²⁹⁵
- ESMUC: IN.TUNE²⁹⁶

Grans infraestructures i centres de recerca

- Barcelona és la seu de l'oficina europea de Fusió per a l'Energia.
- Catalunya participa en el gran col·lisionador d'hadrons o la xarxa de telescopis Cherenkov.

289 Vegeu també capítol 1.

290 <https://www.charm-eu.eu/>

291 <https://www.eciu.org/>

292 <https://www.upf.edu/web/eutopia>

293 <https://www.unite-university.eu/>

294 <https://aurora-network.global/>

295 <https://www.url.edu/en/url/alliances-and-networks/engageeu>

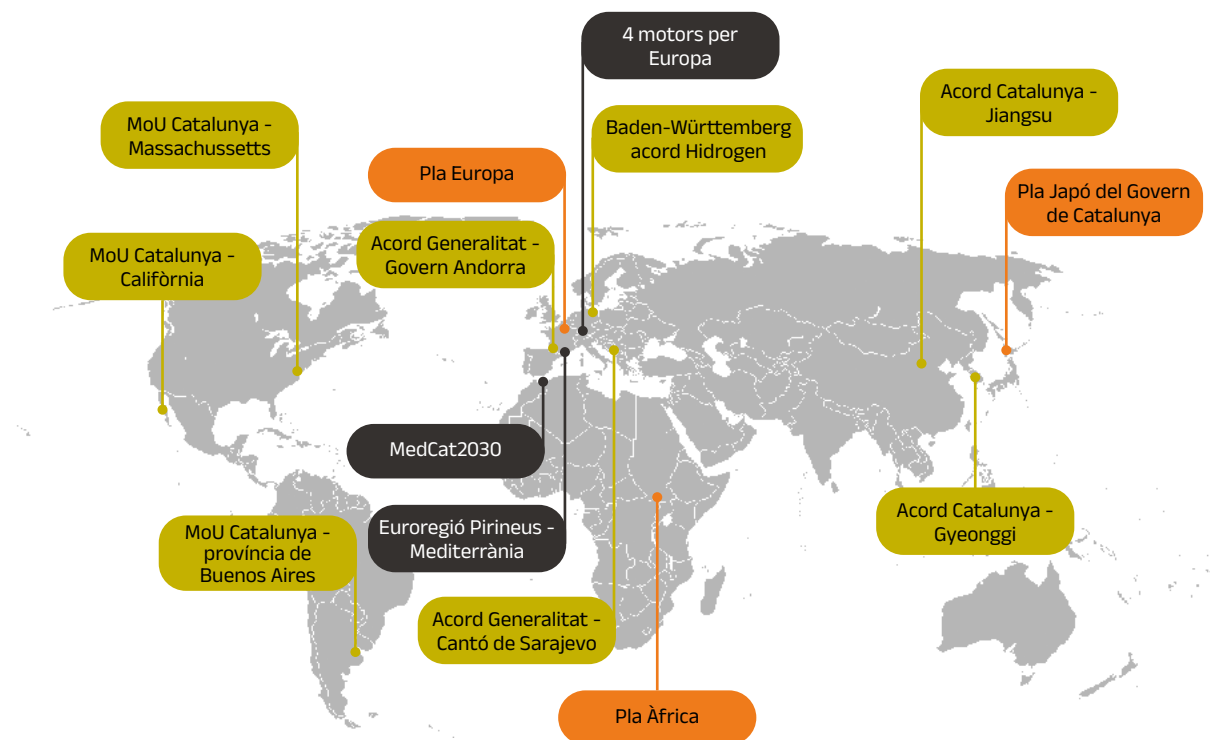
296 https://www.esmuc.cat/wp-content/uploads/2023/07/230707_NP_IN.TUNE-primera-alianca-duniversitats-europea.pdf

- El Centre de Regulació Genòmica (CRG) allotja una de les 6 oficines de l'Institut Europeu de Biologia Molecular (EMBL), format per 17 estats membres.
- Barcelona té 5 nodes del projecte europeu Elixir de gestió de dades de recerca.
- Catalunya té diversos nodes de l'Institut Europeu de Tecnologia: EIT Innoenergy, EIT Health, EIT Culture and Creativity.
- El Sincrotró Alba participa a la Lliga Europea de Fotons basades en acceleradors (LEAPS).
- El Barcelona Supercomputing Centre, amb el MareNostrum 5, forma part de l'Empresa Comú d'Informàtica d'Alt Rendiment Europea (EC EuroHPC).
- El Laboratori Europeu per a l'Aprenentatge i Sistemes Intel·ligents (ELLIS), amb personal investigador de la UAB, la UPC, la UB, la UPF, la UOC, el CVC, el CSIC i el BSC.
- Analytical Research Infrastructures in Europe (ARIE), xarxa de la que és membre el Sincrotró Alba.
- e-DREAM (European Distributed Research Infrastructure for Advanced Electron Microscopy), on participa el Sincrotró Alba.
- Lliga Europea de Fotons basades en acceleradors (LEAPS), consorci estratègic en què participa el Sincrotró Alba.

Col·laboracions de Catalunya a escala estatal, europea i global

Recollim a continuació alguns dels acords bilaterals i els plans de cooperació del Govern de la Generalitat que tenen un efecte o que es recolzen en el sistema de coneixement de Catalunya (figura 9). Les xarxes es presenten en negre, els convenis en verd i els acords bilaterals en vermell.

Figura 9. Xarxes, convenis i acords bilaterals del Govern de la Generalitat que proporcionen un marc a la col·laboració internacional de les entitats de recerca de Catalunya. Font: DREU



3.6. Polítiques que fomenten la internacionalització del coneixement

El Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement (PN@SC) va ser presentat l'any 2020 i va ser un acord²⁹⁷ de país que va impulsar una estratègia compartida entre l'àmbit de l'educació superior, la recerca i la innovació, i l'economia productiva per construir la Catalunya del futur. La dimensió internacional era un eix transversal del Pacte, que aspirava a posicionar Catalunya el 2030 en el mapa de referència mundial en el camp d'educació superior, la recerca i la innovació. El Pacte va ser clau durant la pandèmia per definir les polítiques públiques que havien de preparar Catalunya per fer front a situacions com les derivades per la COVID-19, i va constituir una sòlida base per a l'elaboració posterior de la Llei de la ciència. Va ser aprovat per unanimitat pels 78 representants de les universitats, centres de recerca, estudiantat, sindicats, el món empresarial, l'àmbit territorial i tots els grups polítics amb representació al Parlament de Catalunya.

La Llei de la ciència: L'estratègia d'internacionalització del coneixement de Catalunya es troba englobada a la Llei de la ciència. A la Llei 9/2022, del 21 de desembre, de la ciència, hi trobem força inspiració de quina és l'aposta del país per la internacionalització de la recerca.

- Al preàmbul la Llei manifesta l'ambició de consolidar Catalunya com a pol internacional de referència, situat entre els millors d'Europa. També "té la finalitat de proveir-lo de les eines jurídiques i econòmiques necessàries per a fer front als nous reptes globals, i la de contribuir al fet que els agents del sistema de recerca, desenvolupament i innovació puguin configurar un espai destacat dins de la comunitat científica internacional". Pel que portem reflexionant en aquest capítol, a les pàgines precedents, això té molt a veure amb la internacionalització.
- Ha de promoure la mobilitat i la col·laboració entre els grups de recerca dels agents del sistema de recerca, desenvolupament i innovació, públics i privats, i també internacionals.
- Ha d'afavorir la formació i el perfeccionament acadèmic, científic i tècnic al llarg de la carrera professional, també en institucions i agents de recerca, desenvolupament i innovació internacionals.
- Ha de competir en talent i creativitat en un entorn global i posar en valor les seves aportacions a l'avenç del coneixement, per a poder assolir els pròxims anys una integració sòlida del seu sistema de recerca, desenvolupament i innovació com a factor tractor en el context internacional.
- El títol vuitè està dedicat a la internacionalització i a l'acció exterior en recerca, desenvolupament i innovació. El sistema de recerca, desenvolupament i innovació s'insereix en l'àmbit comunitari europeu i es vincula amb altres organismes i institucions internacionals de recerca, desenvolupament i innovació, en l'àmbit de competència de la Generalitat. Correspon al Govern la promoció científica a l'exterior i l'impuls de programes estratègics de captació de talent investigador internacional.

L'Administració de la Generalitat ha de promoure la cooperació i la coordinació entre les infraestructures incorporades al mapa d'infraestructures científicotècniques singulars i, en general, entre totes les infraestructures de recerca situades a Catalunya, sens perjudici de llur titularitat, i ha de fomentar la col·laboració amb infraestructures de recerca internacionals i la participació en xarxes d'infraestructures i en els organismes internacionals vinculats, per tal d'optimitzar-ne el funcionament i posar a l'abast dels investigadors de Catalunya, de l'àmbit públic i privat, els recursos necessaris per a garantir la màxima competitivitat a escala internacional. I també amb els agents internacionals, impulsant la recerca interdisciplinària, la participació en xarxes i plataformes europees i internacionals i l'atracció de centres de referència internacionals en recerca, desenvolupament i innovació que aportin competitivitat al sistema de recerca, desenvolupament i innovació de Catalunya, mitjançant l'establiment d'aliances estratègiques i altres formes de partenariat i col·laboració.

²⁹⁷ https://recercauniversitats.gencat.cat/web/.content/23_PNSC/pacte-nacional-societat-coneixement/documents/document_final_multiidioma/Pacte-Nacional-per-a-la-Societat-del-Coneixement.pdf

Estratègia catalana de ciència oberta

Com ja hem vist en d'altres capítols d'aquest informe, la Llei de la ciència de Catalunya desplega les propostes que es van recollir l'any 2020 en el PN@SC. La Llei de la ciència, així, pretén consolidar el sistema de coneixement amb la implicació de tots els agents perquè la recerca i la transferència del coneixement d'àmbit català siguin cada vegada de més qualitat, perquè es facin de manera més cooperativa, perquè siguin més transparents i perquè llurs resultats i les dades en què s'han sustentat siguin més accessibles i comprovables i estiguin a l'abast de més ciutadans. Com a resultat, el prestigi i el coneixement de la ciència catalana augmentarà també a nivell internacional.

Avaluació CERCA amb impacte

L'avaluació dels centres CERCA, ja esmentada a d'altres capítols d'aquest informe,²⁹⁸ elabora una metodologia reconeguda internacionalment i única a l'entorn de Catalunya i del sud d'Europa basada en panells d'experts internacionals independents, que continua sent un dels eixos fonamentals tant del sistema CERCA com del sistema d'R+D de Catalunya.

ICREA, Serra Húnter i Beatriu de Pinós

La captació i retenció de talent internacional tenen les seves polítiques pròpies amb el programa ICREA, els ajuts Beatriu de Pinós i les places Serra Húnter.

- ICREA²⁹⁹ ofereix contractes permanents per venir a treballar a Catalunya, a personal investigador d'arreu del món. Cada any ofereix noves posicions i continua promovent la recerca a Catalunya amb obertura internacional i excel·lència. Actualment té 278 investigadors de tots els camps del coneixement, des de filòsofs fins a astrofísics, que porten a terme la seva recerca a 48 institucions d'acollida de Catalunya.
- Beatriu de Pinós,³⁰⁰ programa de contractació postdoctoral que ha donat suport des de l'any 2005 a més de 500 investigadors i investigadores perquè desenvolupin la seva carrera en entitats de recerca catalanes.
- Serra Húnter,³⁰¹ programa de contractació de professorat seleccionat d'acord amb uns criteris d'excel·lència i contractat per una de les set universitats públiques de Catalunya. Actualment hi ha 1.064 professores i professors adscrits al Pla Serra Húnter. D'aquests, 178 tenen la categoria de professorat catedràtic, 492 de professorat agregat i 394 de professorat lector *tenure-eligible*.

Tanquem aquest capítol amb el desig d'haver contribuït al coneixement sobre els factors clau de la internacionalització de la recerca, a dibuixar el panorama de Catalunya en aquest àmbit, i a posar èmfasi en la seva rellevància per a les nacions. Sense estratègies deliberades per superar les barreres a la col·laboració, existeix el risc d'un dèficit de coneixement compartit capaç d'abordar conjuntament problemes urgents i de generar innovacions per combatre els grans reptes, avançar en solucions i reduir les desigualtats.

298 Vegeu també capítol 2 i capítol 4 d'aquest informe.

299 <https://www.icrea.cat/>

300 <https://agaur.gencat.cat/ca/Beatriu-de-Pinos/postdocs-bp/index.html>

301 <https://serrahunter.gencat.cat/ca/professorat/>

Glossari

Articles molt citats: aquells que es classifiquen entre l'1% superior per cites per camp i any de publicació al WoS.

Bibliometria: disciplina que, utilitzant mètodes matemàtics i estadístics, proporciona dades sobre diferents aspectes de la literatura científica.

Cienciometria: estudi dels aspectes quantitatius del procés científic entès com un sistema de comunicació. Es dedica, a mesurar i analitzar la ciència, la tecnologia i la innovació.

Citacions: crides que hi ha dins un text a altres documents. Conjunt mínim de dades que identifica una publicació o una part d'aquesta, per tal de poder localitzar-la a qualsevol tipus de font d'informació.

Coautoria: l'índex de coautoria mostra la col·laboració entre autors i es calcula dividint autors totals / total de treballs.

Deep tech: terme genèric per a tecnologies no centrades en serveis d'usuari final, que inclouen intel·ligència artificial, robòtica, cadena de blocs, etc.

Proxy: figura que es pot usar per representar el valor d'alguna variable en un càlcul.

Recerca de frontera: investigació sobre temes que busquin tenir impacte global, que siguin nous arreu del món, i que puguin generar productes que arribin al mercat mundial.

Resiliència: adaptació a l'adversitat, a un trauma, tragèdia, amenaça, o fonts de tensió significatives.

Trade-off: situació en què s'arriba a un compromís entre dues coses, o on s'intercanvia tota o part d'una cosa per una altra.

Sigles i acrònims

AAAS: American Association for the Advancement of Science

AGAUR: Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca

BIST: Barcelona Institute of Science and Technology

BSC: Barcelona Supercomputing Center

CE: Comissió Europea

CERCA: Centres de Recerca de Catalunya

CERN: Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire

CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique

COP: Conference of the Parties

COVID-19: Malaltia per coronavirus SARS-CoV-2

CRG: Centre de Regulació Genòmica

CSET: Center for Security and Emerging Technology

CSIC: Consell Superior d'Investigacions Científiques

DGR: Direcció General de Recerca

DORA: Declaration on Research Assessment

DREU: Departament de Recerca i Universitats

EHEA: European Higher education Area

EIS European Innovation Scoreboard

EIC European Innovation Council EIC

EIT: European Institute of Innovation & Technology

ERA: European Research Area

ESI: Essential Science Indicators

ESF: European Science Foundation

EMBL: Laboratori Europeu de Biologia Molecular

EOSC: European Open Science Cloud

EPO: Oficina Europea de Patents

ERA: Espai Europeu de Recerca

ERC: Consell Europeu de Recerca

ESF: Fundació Europea de la Ciència

ESI: Essential Science Indicators

ETH Zürich: Escola Federal Politècnica de Zúric

EUA: Estats units d'Amèrica

F4E: Fusion for Energy

FAIR: Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability

FCRI: Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

FECYT: Fundació Espanyola per a la Ciència i la Tecnologia

GS: Google Scholar

H2020: Horitzó 2020, programa de finançament de la recerca i la innovació de la UE 2014-2020

HEU: Horitzó Europa, programa de finançament de la recerca i la innovació de la UE 2021-2027

ICREA: Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats

ISI: Institute for Scientific Information

ITER: International Thermonuclear Experimental Reactor

JRC: Joint Research Centre
LIS: Library and Information Science
LMU: Universitat Ludwig Maximilian de Munic
MIST: Metrics and Innovation in Science and Technology
MSC: Marie Skłodowska-Curie Programme
NEIA: New European Innovation Agenda
NSF: National Science Foundation
NUTS: Nomenclature of Territorial Units for Statistics
OCDE: Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic
ODS: Objectius de Desenvolupament Sostenible
ONU: Organització de les Nacions Unides
OSPP: Open Science Policy Platform
PATSTAT: EPO Worldwide Patent Statistical Database
PCT: Patent Cooperation Treaty
PI: Personal Investigador
PN@SC: Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement
R+D: Recerca i Desenvolupament
R+D+I: Recerca, Desenvolupament i Innovació
RIS3CAT: Estratègia per a l'especialització intel·ligent de Catalunya
RIS3MCAT: Plataforma de mapatge de l'especialització intel·ligent de Catalunya
S4D4C: Using Science for/in Diplomacy for Addressing Global Challenges
SCI: Science Citation Index
SCOPUS: Base de dades bibliogràfica produïda per Elsevier
SPRU: Science Policy Research Unit
THE: Times Higher Education
UAB: Universitat Autònoma de Barcelona
UAO: Universitat Abat Oliba CEU
UB: Universitat de Barcelona
UCL: University College London
UdG: Universitat de Girona
UdL: Universitat de Lleida
UE: Unió Europea
UIC: Universitat Internacional de Catalunya
UNEIX: Sistema d'informació interuniversitari
UNESCO: Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura
UOC: Universitat Oberta de Catalunya
UPC: Universitat Politècnica de Catalunya
UPF: Universitat Pompeu Fabra
URL: Universitat Ramon Llull
URV: Universitat Rovira i Virgili
UVic: Universitat de Vic
WIPO: World Intellectual Property Organization
WoS: Web of Science

Metodologia

Dades bibliomètriques i de patents

Per a elaborar les taules d'indicadors de publicacions científiques de Catalunya en col·laboració internacional i en accés obert s'ha comptat amb la col·laboració del consultor ContextI+D i s'ha utilitzat com a font d'informació Scopus (Elsevier).

Els tipus de documents han estat articles, revisions i actes de congressos, amb un abast temporal de 2017 a 2022. Les dades consultades han estat:

- Publicacions científiques de Catalunya: total i en col·laboració Internacional.
- Publicacions científiques de Catalunya: països amb més copublicacions.
- Publicacions científiques de Catalunya: col·laboració internacional per àrees.
- Publicacions científiques en accés obert per països (són els 25 amb més col·laboracions).
- Publicacions científiques de les universitats de Catalunya: total, col·laboració internacional i accés obert.

La font d'informació és la base de dades Scopus i només s'han tingut en compte els articles, les revisions i les actes de congressos.

Dades de talent

Per a les dades de talent internacional hem obtingut el suport de la Subdirecció General de Suport a la Planificació, Anàlisi i Avaluació del Departament de Recerca i Universitats que gestiona i alimenta la base de dades de coneixement de Catalunya, UNEIX.

Projectes competitiu

Per a la recollida de dades de projectes competitiu finançats per la UE hem consultat quatre fonts:

- El portal de resultats de la Comissió Europea (*Dashboard d'Horitzó Europa*).
- El portal RIS3MCAT de la Generalitat de Catalunya, que inclou la possibilitat de fer cerques de diferents programes de finançament, també FEDER captats amb l'estratègia d'Espècialització Intel·ligent de Catalunya.
- Anàlisis publicades periòdicament per AGAUR al seu web, de resultats Horitzó Europa en general i resultats desagregats del Consell Europeu de Recerca, en part comentats al punt anterior.
- Fons UE CAT, portal i publicació de referència en les polítiques i resultats de fons europeus elaborada pel Departament d'Afers Exteriors i de la UE.

Recollida d'Informació sobre acords i convenis i sobre polítiques de suport a la internacionalització de la Generalitat de Catalunya

La direcció del programa d'internacionalització del Departament de Recerca i Universitats ens ha proporcionat informació sobre els acords actius del Govern de la Generalitat amb efectes sobre el sistema de coneixement.

Bibliografia

- Abadal Falgueras, E., Anglada Ferrer, L.I. M. (2020) *Ciencia abierta: cómo han evolucionado la denominación y el concepto*. *Anales de Documentación*, vol. 23, nº 1. <http://dx.doi.org/10.6018/analesdoc.378171>
- Adams, J. (2012) *The rise of research networks*. *Nature* 490, 335–336. <https://doi.org/10.1038/490335a>
- Adams, J. (2013) *The fourth age of research*. *Nature* 497, 557–560 (2013). <https://doi.org/10.1038/497557a>
- Aksnes, D., MacHale-Gunnarsson, M. (2012) *Ranking national research systems by citation indicators. A comparative analysis using whole and fractionalised counting methods*. *Journal of Informetrics* 6 (1): 36–43. <https://10.1016/j.joi.2011.08.002>
- Aksnes, D.W., Piro, F.N. & Rørstad, K. (2019) *Gender gaps in international research collaboration: a bibliometric approach*. *Scientometrics* 120, 747–774. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03155-3>
- Alonso-Martínez, D. (2018) *Social progress and international patent collaboration*. *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier, vol. 134(C): 169–177. https://gide.unileon.es/admin/UploadFolder/technological_dani-1.pdf
- Arguimbau, L.I. (2015; 11 de novembre) *La marea mètrica en l'avaluació i gestió de la recerca científica*. *Blok de BiD*. <https://www.ub.edu/blokdebid/ca/content/la-marea-metrica-en-lavaluacio-i-gestio-de-la-recerca-cientifica>
- Beaver, D., Rosen, R. (1978) *Studies in scientific collaboration*, *Scientometrics*, 1(1), 65–84. <https://doi.org/10.1007/bf02016840>
- Bozeman, B., Boardman, C. (2014) *Assessing Research Collaboration Studies: A Framework for Analysis*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06468-0_1
- BSC (2023) *Resumen 2022*. <https://www.bsc.es/sites/default/files/public/annualReports/BSC-resum-2022.pdf>
- Cai, X., Fry, C.V., Wagner, C.S. (2021) *International collaboration during the COVID-19 crisis: Autumn 2020 developments*. *Scientometrics* 126, 3683–3692. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03873-7>
- CELLS (2022) *Activity Report 2021* https://www.cells.es/en/media/corporate-publications/albareport2021_baja.pdf
- Chattopadhyaya, S.; Alam, A., Chowdhury, H. (2022) *A Novel C-Index for Evaluation of Research Collaboration*. *AIP Conf. Proc.* 2681, 020096. <https://doi.org/10.1063/5.0117099>
- CREST Working Group (2007) *Internationalisation of R&D – Facing the Challenge of Globalisation: Approaches to a Proactive International Policy in S&T*. Analytical report *Policy Approaches towards S&T Cooperation with Third Countries*. https://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/report_international.pdf
- Cunha-Melo, J.R. (2015) *Indicadores efetivos da internacionalização da ciência*. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2015; 42 (Suplemento 1): 20–25. <https://doi.org/10.1590/0100-69912015S01007>
- Delgado, A. (2020) *Los artículos más citados en Essential Science Indicators*. https://www.recursoscientificos.fecyt.es/sites/default/files/wos_for_fecyt_curso_d2.pdf
- Delgado, A. (2022) *Los artículos más citados en Essential Science Indicators*. https://www.recursoscientificos.fecyt.es/sites/default/files/clarivate_training_sesiond2_for_fecyt_oct_2022.pdf
- Dorta-González, P., Dorta-González, M.I. (2022) *Collaboration Effect by Co-Authorship on Academic Citation and Social Attention of Research*. *Mathematics*, 10, 2082. <https://doi.org/10.3390/math10122082>

Duchardt-Ferner, E.; Ferner, J.; Fürtig, B et al. (2023) (2023). *The COVID19-NMR Consortium: A Public Report on the Impact of this New Global Collaboration*. *Angewandte Chemie (International ed. in English)*, 62(14), e202217171. <https://doi.org/10.1002/anie.202217171>

FCRI (2022) *Estat de la ciència de Catalunya*. <https://estatciencia.fundaciorececa.cat/>

Fraunhofer ISI; Idea Consult; SPRU (2009) *The Impact of Collaboration on Europe's Scientific and Technological Performance*. https://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/final_report_spa2.pdf

ICREA (2023) *ICREA Memoir 2022*. <https://memoir.icrea.cat/2022/>

Jeong, S., Choi, J.Y., Kim, J.Y. (2014) *On the drivers of international collaboration: The impact of informal communication, motivation, and research resources*, *Science and Public Policy*, Volume 41, Issue 4, Pages 520–531. <https://doi.org/10.1093/scipol/sct079>

Kwiek, M. (2020) *What large-scale publication and citation data tell us about international research collaboration in Europe: changing national patterns in global contexts*. *Studies in Higher Education*, 46,12, 2629-2649. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1749254>

Lasauca, Xavier. (2022). *Recercaires 2.0: Comunicar recerca en l'era de la ciència oberta* (Museu de Ciències Naturals de Barcelona). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21292.13448>

Latour, Bruno; Woolgar, Steve (1986) *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. Pag 175. <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691028323/laboratory-life>

Mahmood, B.; Ajeel, N.; Hatim, K.; Dheyaa, K. (2021) *Measuring scientific collaboration in co-authorship networks*. *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*. <http://doi.org/10.11591/ijai.v10.i4.pp1103-1114>

Martín, A ; Orduna-Malea, E. ; Thelwall, M ; Delgado-Cozar, E. (2018) *Google Scholar, Web Of Science, and Scopus: A Systematic Comparison of Citations in 252 Subject Categories*. *Journal of Informetrics*, Volume 12, Issue 4, Pages 1160-1177. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002>

Melchor, L.; Elorza, A.; Lacunza, I (2020) *Calling for a Systemic Change: Towards a European Union Science Diplomacy for Addressing Global Challenges*. v1.0. S4D4C Policy Report, Madrid. <https://www.s4d4c.eu/calling-for-a-systemic-change-towards-a-eu-science-diplomacy-for-addressing-global-challenges/>

Miedema, F. (2018) *Setting the Agenda: 'Who are we answering to?'* Blog BMJ Open Science. <https://blogs.bmj.com/openscience/2018/01/24/setting-the-agenda-who-are-we-answering-to/>

Morillo, F. (2019) *Collaboration and impact of research in different disciplines with international funding (from the EU and other foreign sources)*. *Scientometrics*, 120(2), 807-823. <https://digital.csic.es/handle/10261/187029>

Nascimento, A. (2017) *Funding Matters: A Study of Internationalization Programs in Science, Technology and Innovation*. [Doctoral Thesis (monograph), Department of Business Administration]. Media-Tryck, Lund University. https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/24945190/Thesis_Ana_Paula_April_19_2017.pdf

National Science Foundation (2022) *Science and Engineering Indicators 2022: The State of U.S. Science and Engineering*. <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20221>

OECD (2015) *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>

Oxford Economics (2021) *The state of scientific research productivity: How to sustain a critical engine of human progress*. <https://www.emdgroup.com/content/dam/web/corporate/non-images/scientific-research-productivity/us/Scientific-Research-Productivity-White-Paper-NA.pdf>

Pranckutė R. (2021) *Web of Science (WoS) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World*. *Publications*. 9(1):12. <https://doi.org/10.3390/publications9010012>

Reale, E., Morettini, L.; Zinilli, A. (2019) *Moving, remaining, and returning: international mobility of doctorate holders in the social sciences and humanities*. *High Educ* 78, 17–32. <https://doi.org/10.1007/s10734-018-0328-0>

Tao, Y., Steckel, D., Klemeš, J.J. et al. (2021) *Trend towards virtual and hybrid conferences may be an effective climate change mitigation strategy*. *Nat Commun* 12, 7324. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27251-2>

Thelwall, M.; Sud, P. (2016) *National, disciplinary and temporal variations in the extent to which articles with more authors have more impact: Evidence from a geometric field normalised citation indicator*, *Journal of Informetrics*, Volume 10, Issue 1, pp. 48–61. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.11.007>

Toney, A.; Flagg, M. (2021) *Research Impact, Research Output, and the Role of International Collaboration (Center for Security and Emerging Technology)*. <https://doi.org/10.51593/20210050>

UNESCO (2021) *UNESCO Science Report: The race against time for smarter development* <https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/download-report>

Van den Besselaar, P.; Inzelt, A.; Reale, E. (2012) *International publications as indicator for internationalisation of funding agencies?* Proc. Of 17th International Conference on Science & Technology Indicators 2012. Montreal, Science Metrix & OST; 121–30. https://www.esf.org/fileadmin/user_upload/esf/MO_Indicators-Research-Institutions_2012.pdf

Velez-Estevez, A.; García-Sánchez, P.; Moral-Munoz, J.A. et al. (2022) *Why do papers from international collaborations get more citations? A bibliometric analysis of Library and Information Science papers*. *Scientometrics* 127, 7517–7555. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04486-4>

Wagner, C. S. (2008) *The New Invisible College: Science for Development*. Brookings Institution Press. <http://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctt6wphbp>

Wagner, C.; Jonkers, K. (2017) *Open countries have strong science*. *Nature* 550, 32–33. <https://doi.org/10.1038/550032a>

Wagner, C.S. (2018) *The Global Network of Science Emerges. The Collaborative Era in Science*. Palgrave Advances in the Economics of Innovation and Technology. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94986-4_5

Wagner, C.S.; Whetsell, T.; Mukherjee, S. (2019) *Novel findings rare from international collaborations: Global teams shy away from risky research*. *Nature Index*. <https://www.nature.com/nature-index/news/novel-findings-rare-from-international-collaborations>

Wilsdon, J., et al. (2015) *The Metric Tide: Report of the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management*. Higher Education Funding Council for England. <http://bit.ly/TheMetricTide>

Índex de taules, gràfics i figures

Taules

Taula 1. Indicadors d'avaluació de la col·laboració internacional. Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'European Science Foundation (Van den Besselaar et al., 2012).....	210
Taula 2. Evolució de les patents de Catalunya, Estat espanyol i països de l'EPO i resta de països del món, entre 2018 i 2022. Font: EPO.....	222
Taula 3. Patents en col·laboració internacional de l'Estat espanyol. Any 2019. Font: OECD.Stat.....	223
Taula 4. Països sol·licitants de patents a l'EPO. Any 2022. Font: EPO.....	224
Taula 5. Principals beneficiaris als programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa, per àmbits. Font: Horizon Dashboard.....	231

Gràfics

Gràfic 1. Coautoria internacional d'articles de ciència i enginyeria dels 15 principals països productors. Any 2020. Font: National Science Foundation.....	201
Gràfic 2. Percentatge de les publicacions més citades, per països i tipus de col·laboració (2010-2019). Font: Toney, & Flagg (2021).....	203
Gràfic 3. Percentatge de col·laboració per tipus, any i país. Font: Oxford Economics i Merck KGaA (2021).....	203
Gràfic 4. Proporció de personal investigador que participa en col·laboracions internacionals, per àmbit i gènere. Font: Aksnes et al., 2019.....	207
Gràfic 5. Volum de recerca sobre 16 Objectius de Desenvolupament Sostenible (exclòs el 17) dins la Unió Europea (2015-2019). Font: UNESCO Science Report (2021).....	207
Gràfic 6. Els països oberts tenen una ciència forta. Font: Wagner & Jonkers (2017).....	215
Gràfic 7. Percentatge de documents en col·laboració internacional. Any 2021. Font: DREU a partir de dades FECYT.....	217
Gràfic 8. Evolució del percentatge de documents en col·laboració internacional. Font: DREU a partir de dades FECYT.....	217
Gràfic 9. Publicacions científiques de Catalunya: col·laboració domèstica front a col·laboració internacional (2017-2022). Font: elaboració pròpia a partir de dades Scopus.....	218
Gràfic 10. Documents acumulats en els darrers 5 anys de copublicacions de Catalunya amb els 25 països amb qui més col·labora (2017-2022). Font: elaboració pròpia a partir de dades Scopus.....	219
Gràfic 11. Publicacions científiques en accés obert per països. Valor total pel període 2017-2022. Font: elaboració pròpia a partir de dades Scopus.....	219
Gràfic 12. Evolució de Catalunya en les seves publicacions en accés obert (2017-2022). Percentatge respecte el total de publicacions. Font: elaboració pròpia.....	220
Gràfic 13. Publicacions científiques de Catalunya: percentatge de col·laboració internacional per àrees (2017-2022). Font: elaboració pròpia a partir de dades Scopus.....	221

Gràfic 14. Nombre total de patents registrades a l'EPO per l'Estat espanyol i percentatge que representen les sol·licitades des de Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir de dades EPO.....	222
Gràfic 15. Percentatge de patents registrades a l'EPO per les diferents comunitats autònomes de l'Estat espanyol. Any 2022. Font: elaboració pròpia a partir de dades EPO.....	222
Gràfic 16. Comparativa de les patents registrades a l'EPO per Catalunya, la resta de l'Estat espanyol i dos països amb uns volums de sol·licituds anuals de patents similars a Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir de dades EPO.....	225
Gràfic 17. Percentatge de personal local i estranger a les universitats catalanes. Any 2021. Font: UNEIX.....	226
Gràfic 18. Evolució del Personal Investigador local i internacional a les universitats catalanes. Període 2017-2021. Font: DREU.....	226
Gràfic 19. Evolució del Personal Docent i Investigador local i internacional a les universitats catalanes. Període 2017-2021. Font: DREU.....	227
Gràfic 20. Percentatge de personal local i estranger als centres CERCA. Any 2021. Font: UNEIX.....	227
Gràfic 21. Fons captats en M€ (esquerra) i participació (dreta) de Catalunya en els programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Juny 2023. Font: elaboració pròpia a partir de dades Horizon Dashboard.....	229
Gràfic 22. Posició de les 4 primeres regions (NUTS2) d'acord amb la seva participació i captació de fons als programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Juny 2023. Font: Horizon Dashboard.....	230
Gràfic 23. Percentatge de fons captats d'H2020 i HEU segons tipologia d'entitats. Juny 2023. Font: elaboració pròpia a partir de dades Horizon Dashboard.....	230
Gràfic 24. Participació de Catalunya en nombre de projectes, en els diferents àmbits dels programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Juny 2023. Font: AGAUR.....	232
Gràfic 25. Captació de fons per les entitats de Catalunya en els diferents clústers temàtics del pilar 2 (reptes) 2021-2023. Març 2023. Font: AGAUR.....	232
Gràfic 26. Fons captats del pilar de ciència excel·lent (programes ERC, MSC i infraestructures de recerca) a Horitzó 2020 i Horitzó Europa (2021-2023). Març 2023. Font: AGAUR.....	233
Gràfic 27. Percentatge de les diferents tipologies d'ajuts de l'ERC rebuts a Catalunya dels programes Horitzó 2020 i Horitzó Europa (2021-2023). Març 2023. Font: AGAUR.....	233
Gràfic 28. Principals institucions de Catalunya en captació de fons als programes marc de la UE Horitzó 2020 i Horitzó Europa (valors en M€). Juny 2023. Font: elaboració pròpia a partir de dades Horizon Dashboard.....	234
Gràfic 29. Rànquing d'àmbits d'actuació per nombre de projectes i finançament captat (en M€). Maig 2023. Font: RIS3MCAT.....	235
Gràfic 30. Rànquing de països de procedència dels socis segons nombre de projectes de col·laboració amb Catalunya, a Horitzó 2020 i Horitzó Europa. Maig 2023. Font: RIS3MCAT.....	236

Figures

Figura 1. Patró en les distribucions de cites segons els tipus de col·laboració. Font: Vélez-Estévez et al. (2022).....	200
Figura 2. El “cicle de reconeixement” de Latour & Woolgar (1986), revisat i anotat per Miedema (2018)	201
Figura 3. Xarxa de col·laboracions entre països abans i durant la COVID-19 segons dades WoS, Scopus i CORD-19. Font: Cai et al. (2021).....	202
Figura 4. Semàfor de barreres, alertes i facilitadors al sistema de ciència, diplomàcia i diplomàcia científica. Font: Melchor et al., (2021).....	210
Figura 5. Un exemple de com es genera una xarxa de coautoria. Font: Mahmood et al. (2021).....	212
Figura 6. Posició de Catalunya en % de publicacions en col·laboració internacional sobre el total de producció científica. Font: FECYT	216
Figura 7. Àrees Scopus utilitzades com a referència per segmentar les publicacions en col·laboració internacional de Catalunya 2017-2022. Font: elaboració pròpia.	220
Figura 8. Xarxa de connexions i col·laboracions de les entitats de Catalunya per àmbits d’actuació. Maig 2023. Font: RIS3MCAT	235
Figura 9. Xarxes, convenis i acords bilaterals del Govern de la Generalitat que proporcionen un marc a la col·laboració internacional de les entitats de recerca de Catalunya. Font: DREU	237

Agraïments

Jordi Mas i Dolors López, Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

Llorenç Arguimbau, ContextI+D

Aïda Díaz, Xavier Lasauca, Francesc Abad i David Ceballos, Departament de Recerca i Universitats,
Generalitat de Catalunya

Tatiana Fernández, Departament d'Economia i Hisenda, Generalitat de Catalunya

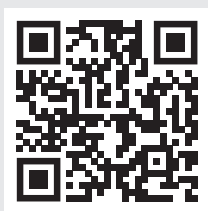
Enric Fuster, SIRIS Acadèmic

Lluís Anglada, Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya

Mònica Montero, Biocat, BioRegió de Catalunya

Agraïments institucionals

Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR)
Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya (AQuAS)
Agència per la Competitivitat Empresarial (ACCIÓ)
Associació Catalana d'Entitats de Recerca (ACER)
Associació Catalana d'Universitats Públiques (ACUP)
Associació TECNIO
Barcelona Institute of Science and Technology (BIST)
Barcelona Supercomputing Center (BSC)
BIOCAT, BioRegió de Catalunya
Centre Nacional d'Anàlisi Genòmica (CNAG)
Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili
Consorti de Serveis Universitaris de Catalunya (CSUC)
Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)
Delegació del CSIC a Catalunya
Departament de Recerca i Universitats
Departament d'Economia i Hisenda. Direcció General d'Anàlisi i Prospectiva Econòmica
Departament d'Economia i Hisenda. Direcció General de Fons Europeus
Departament d'Economia i Hisenda. Direcció General de Pressupostos
Escola d'Administració Pública de Catalunya (EAPC)
Fundació "la Caixa"/ Museu de la Ciència CosmoCaixa
Fundació Institució dels Centres de Recerca de Catalunya (ICERCA)
Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA)
Institució CERCA
IRSIcaixa
Sincrotró ALBA
Universitat Abat Oliba (UAO)
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)
Universitat de Barcelona (UB)
Universitat de Girona (UdG)
Universitat de Lleida (UdL)
Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic - UCC)
Universitat Internacional de Catalunya (UIC)
Universitat Oberta de Catalunya (UOC)
Universitat Pompeu Fabra (UPF)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
Universitat Ramon Llull (URL)
Universitat Rovira i Virgili (URV)



Passeig Lluís Companys, 23
08010 Barcelona

T. +34 932 687 704
info@fundacioreerca.cat



fundacioreerca.cat