

# L'estat de la ciència a Catalunya

Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

Desembre 2021



Generalitat de Catalunya  
Departament de Recerca  
i Universitats

**fc**ri

Fundació Catalana per a  
la Recerca i la Innovació

## Autors

Josep M. Vilalta Verdú  
Josep Samitier Martí  
Àlícia Casals i Gelpí  
Pere Puigdomènech  
Jordi Suriñach

## Coordinació i edició:

Jordi Portabella, Dolores López i David Sastre (FCRI)

## Col·laboradors/ores

La Fundació Catalana per a la Recerca i la innovació vol fer constar el seu agraïment a totes aquelles persones que amb la seva col·laboració han contribuït a la realització d'aquests informe, especialment als professionals i agents del sistema de recerca i innovació que s'enumeren a continuació:

Joan Francesc Abad. Àrea de Suport a la Planificació, Anàlisi i Avaluació en l'Àmbit d'Universitats i Recerca. Secretaria General de Recerca i Universitats

Lluís Anglada. Àrea de Ciència Oberta del Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya (CSUC)

Judit Anidó. CataloniaBio & HealthTech

Núria Bayó i Adela Farré. Barcelona Institute of Science and Technology (BIST)

Cristina Borràs. Àrea internacional de l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR)

Lluís Calvo. Delegació CSIC Catalunya

Antonio Huerta i Emilià Pola. Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA)

Silvia Labé i Mònica Montero. Biocat

Josep Maria Martorell. Barcelona Supercomputing Center (BSC)

Raül Méndez i Eduard Suñen. ResearchMarks Analytics

Miquel Àngel Parés. Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC)

Aúrea Rodríguez. Àrea d'Innovació de l'Agència per la Competitivitat Empresarial (ACCIÓ)

Lluís Rovira. Institució dels Centres de Recerca de Catalunya (ICERCA)

Laura Rubio. Universitat Internacional de Catalunya (UIC)

# Sumari

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Pròleg</b>   | <b>4</b>  |
| <b>Capítol I: La recerca científica a les universitats catalanes</b>  | <b>6</b>  |
| Resum executiu  | 7         |
| 1. L'activitat de recerca i innovació de les universitats catalanes en un context de gran complexitat i dinamisme | 8         |
| 2. Recursos econòmics per a la recerca i la innovació   | 10        |
| 3. Els professionals de la recerca i els grups de recerca   | 15        |
| 4. Principals resultats de la recerca a Catalunya   | 19        |
| 4.1. Formació d'investigadors   | 19        |
| 4.2. Producció científica i excel·lència  | 22        |
| 4.3. Ciència oberta i repositoris   | 28        |
| 5. Transferència i innovació a les universitats catalanes   | 30        |
| 6. Internacionalització i participació en projectes de recerca i innovació europeus                               | 33        |
| 7. Valoració de l'estat de la recerca a les universitats catalanes. Principals conclusions                        | 35        |
| <b>Capítol II: Ciència i recerca no universitària</b>   | <b>36</b> |
| Resum executiu  | 37        |
| 1. Actors de l'activitat de recerca i innovació no universitària: algunes consideracions                          | 38        |
| 2. Recursos econòmics per a la recerca i la innovació en l'àmbit no universitari                                  | 39        |
| 2.1 Centres de recerca  | 40        |
| 2.2 Recerca industrial  | 43        |
| 3. Els professionals i equips de recerca  | 45        |
| 3.1 Centres de recerca  | 45        |
| 3.2 Recerca industrial  | 48        |
| 4. Resultats de la recerca a Catalunya  | 48        |
| 4.1 Evolució de la producció científica   | 48        |
| 4.2 Evolució de les sol·licituds i concessió de patents   | 49        |
| 4.3 Centres de recerca  | 49        |
| 4.4 Recerca industrial  | 52        |
| 5. Sistema de transferència, innovació i empenedoria  | 52        |
| 5.1 Centres de recerca  | 52        |
| 5.2 Contribució al coneixement i la innovació des de l'àmbit industrial   | 54        |
| 5.3 Alguns sectors industrials rellevants en innovació  | 55        |
| 5.3.1 Sector de les ciències de la vida   | 55        |
| 5.3.2 Sector de l'automoció   | 56        |
| 5.3.3 Sector de les TIC i la transformació digital  | 57        |
| 5.3.4 Sector Internet de les Coses  | 57        |
| 5.3.5 Sector de la robòtica   | 58        |
| 5.3.6 Sector químic   | 58        |
| 6. Excel·lència i internacionalització  | 58        |
| 6.1 Obtenció d'ERC Grants   | 60        |
| 7. Valoració de la situació del sistema d'R+D no universitari a Catalunya. Conclusions                            | 61        |
| <b>Capítol III: Impacte socioeconòmic de la recerca a Catalunya</b>   | <b>65</b> |
| Resum executiu  | 66        |
| 1. Impacte social   | 67        |
| 1.1. La ciència com a recurs bàsic. El coneixement científic com a fonament del progrés                           | 67        |
| 1.2. La recerca en camps estratègics a Catalunya  | 69        |
| 1.2.1. Biotecnologia i les ciències de la salut   | 69        |
| 1.2.2. Recerca agroalimentària  | 70        |
| 1.2.3. Recerca mediambiental  | 71        |
| 1.2.4. Recerca tecnològica. Transformació digital   | 72        |
| 1.3. La ciència com a impuls al desenvolupament social  | 74        |
| 1.3.1. La recerca i els equilibris socials i territorials   | 74        |
| 1.3.2. La base de la ciència, el talent   | 75        |
| 1.3.3. La ciència i l'educació científica com a base per a la presa de decisions                                  | 76        |
| 2. Impacte econòmic   | 78        |
| 2.1. Plantejament i característiques generals   | 78        |
| 2.2. Resultats  | 79        |
| 2.2.1 Impacte a curt termini via demanda  | 80        |
| 2.2.2 Impacte a mitjà/llarg termini via oferta  | 82        |
| 3. Conclusions  | 83        |
| <b>Bibliografia</b>   | <b>85</b> |
| <b>Llista de taules i gràfics</b>   | <b>90</b> |
| <b>Agraïments institucionals</b>  | <b>94</b> |

# Pròleg

Ara fa dues legislatures (cal recordar que la XIII va durar 24 hores...), el llavors secretari d'Universitats i Recerca, el Prof. Francesc Xavier Grau, va encomanar a la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), el patronat de la qual tinc l'honor de presidir, un informe sobre l'estat de la ciència a Catalunya. És el treball que ara teniu a les mans.

Va ser concebut com a complement analític de les dades i indicadors que formen part del corpus del Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement (PN@SC). Sense dades contrastades no hi ha anàlisi seriosa. I sense anàlisi, la presa de decisions esdevé quelcom arbitrari i, per tant, perillós.

*L'estat de la ciència a Catalunya* s'ha tancat el desembre de 2021 i ha estat coordinat pel llavors director de l'FCRI, Jordi Portabella. Ell ha estat en contacte permanent amb els autors col·legiats de l'informe i a ell hem de mostrar el primer agraïment.

El Govern té diferents instruments per mesurar l'estat de la ciència al nostre país, tots ells numèrics, tots ells complementaris, cap d'ells sintètic i analític. Des de la Direcció General de Recerca del nostre Departament de Recerca i Universitats s'analitza cada any l'estat de l'execució de la despesa en R+D+I de la Generalitat. Des de l'Institut d'Estudis Catalans, el seu Observatori de la Recerca hi aporta, també, dades periòdiques. UNEIX és un altre element important per conèixer dades del nostre sistema de coneixement, així com els diferents portals i repositoris que treballa el Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya (CSUC), el més important dels quals és el Portal de la Recerca de Catalunya.

Algun dia tindrem un metaportal que uneixi totes aquestes dades en un web semàntic i ens permeti "fabricar" informes i generar anàlisi i debat per a la presa de decisions i, és clar, la seva avaluació. El desplegament de la futura Llei de la ciència de Catalunya (en tràmit parlamentari d'urgència mentre escric aquest pròleg) ho exigirà. Mentrestant, però, neix *L'estat de la ciència a Catalunya* que és una mena d'enfilall d'aportacions (amb resums, dades objectives i conclusions) que alguns especialistes destacats han escrit sobre algunes de les peces del sistema de la ciència a Catalunya que dominen.

Josep M. Vilalta destil·la al capítol I de l'informe, "La recerca científica a les universitats catalanes", tres dècades d'experiència i dades de recerca universitària —amb la base imprescindible del seu llibre *Construint la Catalunya del coneixement (1985-2015)*. Hi destaca la força tractora de les universitats a la ciència, que no només és una qüestió de tants per cent sinó, sobretot, que són el sediment on tot creix: de la docència avançada a la responsabilitat de les tesis doctorals, la recerca neix aquí.

El capítol II és dedicat a "Ciència i recerca no universitària". El signa el Prof. Josep Samitier, president de l'Associació Catalana d'Entitats de Recerca (ACER) i director d'un dels instituts CERCA més excel·lents del país, l'Institut de Bioenginyeria de Catalunya (IBEC). Una cultura de l'avaluació permanent caracteritza aquest sector de la recerca catalana, així com una productivitat que ens situa, en no pocs sectors, entre els primers del món. Però, com passava a les universitats, el toc d'alerta també hi és: la manca de flexibilitat administrativa i, encara, un dèficit de finançament estructural són amenaces ben detectades i que estem corregint.

La Prof. Àlícia Casals i els professors Pere Puigdomènech i Jordi Suriñach uneixen competències i habilitats al capítol III per analitzar un element clau de qualsevol política pública, l'"Impacte socioeconòmic de la recerca a Catalunya". Si la crisi econòmica del 2008 va tenir un impacte tan gran que encara es deixa veure (capítols I i II), els autors indiquen que la crisi següent, la de la Covid-19, ha tingut també un impacte positiu extraordinari: la societat ha pres consciència que la seva prosperitat, la seva salut i, doncs, el seu benestar estan íntimament vinculats amb el progrés de la ciència. La ciència, ponderen, és el nostre recurs bàsic, és la nostra matèria primera per excel·lència i és el fonament de tot progrés. La ciència, demostra un cop més, que és el millor pla de contingència de què podem dotar-nos i la primera estructura de país que hem de seguir construint per esdevenir allò que anhelem: un país lliure que basa el seu progrés i el benestar dels seus ciutadans en el coneixement propi que és capaç de generar.



Gemma Geis i Carreras  
Consellera de Recerca i Universitats

# Capítol I: La recerca científica a les universitats catalanes

Josep M. Vilalta Verdú

## Resum executiu

En aquest capítol s'analitza l'activitat de recerca científica de les universitats catalanes. La recerca a les universitats representa més del 60% de l'activitat de recerca a Catalunya. Constitueix la base del sistema de recerca català i s'estén per totes les branques científiques i del saber. La recerca a les universitats obté, en línies generals, resultats satisfactoris, tant en formació d'investigadors, producció científica, excel·lència en comparativa internacional, com en captació de fons competitiu a escala catalana, espanyola i europea. Es tracta d'un sistema molt eficient, atès que el percentatge d'inversió pública destinat a la ciència i, específicament, a la recerca universitària, encara és baix. L'activitat científica es concentra molt majoritàriament a les universitats públiques del país. Així mateix, malgrat l'avenç en l'activitat de transferència de coneixements i innovació, aquestes encara no són prou satisfactòries i requereix un suport intens i sostingut a nivell institucional i polític, per tal de donar instruments i incentius per fer créixer la tercera missió universitària i crear valor social i econòmic a partir de la recerca universitària.

El capítol mostra els indicadors d'activitats i resultats, així com les principals febleses institucionals de la recerca a les universitats catalanes, que s'han agreujat des de la crisi econòmicofinancera de l'any 2008 i següents, i que s'han mantingut fins a l'actual crisi de la pandèmia: envelliment de les plantilles de PDI, estancament o reducció dels efectius, dificultats dels joves per iniciar i consolidar una carrera científica, pèrdua de talent femení, reducció del finançament públic, manca de finançament basal per a la recerca universitària i manca d'autonomia institucional i de gestió, juntament a una creixent burocratització i control ex ante i de procediments.

L'anàlisi s'ha dut a terme amb les darreres dades disponibles, que corresponen a l'any 2019, i amb sèries temporals dels darrers anys. Cal tenir en compte que, mitjançant el sistema d'informació UNEIX, es disposa de molta més informació en relació a les vuit universitats públiques que no pas de les universitats privades. No obstant això, arran de l'esforç realitzat més recentment en l'elaboració dels indicadors a les universitats privades, aquests també s'hi han incorporat, sempre que ha estat possible.

# 1. L'activitat de recerca i innovació de les universitats catalanes en un context de gran complexitat i dinamisme

La recerca científica que es du a terme a les universitats catalanes constitueix la base i els fonaments del sistema de recerca de Catalunya. Efectivament, més del 60% de la producció científica a Catalunya es fa a les universitats catalanes, majoritàriament a les públiques. La recerca científica, a Catalunya i al conjunt de l'Estat espanyol, ha esdevingut una política pública prioritzada, amb diferents intensitats, des que l'any 1986 es va aprovar la llei de la ciència a Espanya i es van anar desplegant les diverses institucions i programes de suport. A escala catalana, la sentència del Tribunal Constitucional de l'any 1992, així com la decisió de no traspassar les competències en matèria de ciència i tecnologia a la Generalitat, significa un punt d'inflexió, a partir del qual el Govern de Catalunya aposta per desplegar una política pròpia en matèria de recerca científica i desenvolupament tecnològic. En aquest context, política universitària i política científica han anat plegades molt sovint, tot permetent i impulsant que en el si de les institucions universitàries s'anessin creant departaments, instituts i grups de recerca en totes les branques del saber, al mateix temps que s'anaven creant les noves universitats del sistema i augmentaven les plantilles de personal docent i investigador.

Aquest panorama, certament positiu des de la vessant de l'anàlisi de les polítiques públiques, es va veure estroncat amb la crisi economicofinancera de l'any 2008, que va significar, sobretot, la reducció dels pressupostos públics i la contracció econòmica en un sistema de recerca que, malgrat la seva puixança i els seus bons resultats, encara era jove i es trobava en fase de creixement. Des d'aleshores, l'activitat i impacte de la recerca ha continuat amb tendències positives, però, fruit, principalment, de les extenses inèrcies dels cicles de la política pública. De fet, quan semblava que la crisi quedava enrere i es podia reinvertir, de nou, de forma significativa ha esdevingut la crisi de la pandèmia de la covid-19 que tots coneixem.

En el context espanyol i europeu, la recerca científica a les universitats catalanes s'ha consolidat amb uns resultats òptims i, sobretot, per la seva alta eficiència (resultats versus recursos). En l'apartat sobre la internacionalització d'aquest capítol, per exemple, es mostren dades i evidències al respecte. Malgrat aquests resultats òptims, la recerca científica a Catalunya —especialment la que es duu a terme en el si de les universitats— té unes mancances estructurals greus que s'analitzen a la part final del capítol.

Al llarg d'aquests anys, s'han consolidat tres factors clau i dues condicions de contorn<sup>1</sup> que han permès consolidar la recerca científica a les universitats i al conjunt del sistema de recerca. Els factors clau són els següents:

- ▶ Les universitats catalanes han estat més obertes i dinàmiques que les de la resta de l'Estat. Han assumit la voluntat d'esdevenir universitats de recerca en el context internacional. Ho il·lustra el fet que actualment són institucions obertes a Europa i al món, amb una creixent mobilitat i una alta capacitat de treballar en projectes europeus altament competitius, com veurem a continuació.
- ▶ S'ha consolidat una política d'incentius per a la recerca extremadament eficient. En són bon exemple els sexennis de recerca per al personal docent i investigador de tot l'Estat espanyol i la consolidació d'oportunitats per a fer recerca (convocatòries, beques i ajuts per fer tesis doctorals, convenis amb institucions i empreses, etc.).
- ▶ S'ha establert un cert model propi de política científica, en bona part gràcies a l'impuls del conseller Andreu Mas-Colell que s'ha anat refermant fins avui dia. Aquest model es basa principalment en dos grans pilars: la creació de centres de recerca d'excel·lència, a partir de l'expertesa universitària (amb un model de gestió àgil i allunyat de les estructures burocràtiques), i el desplegament del programa ICREA de captació i retenció de talent.

---

<sup>1</sup> "Per què la recerca catalana té una salut de ferro?" *Nació Digital*, 13 d'abril de 2017.



Aquests factors que acabem de descriure s'han vist emmarcats en dues condicions de contorn que les han afavorit. D'una banda, la comunitat científica ha assumit la cultura de l'excel·lència i ha mostrat la voluntat d'homologar-se als estàndards europeus, sovint amb una dedicació extra i voluntarista del mateix personal docent i investigador, com corroboren els indicadors d'eficiència del sistema. De l'altra, les polítiques i els instruments de la Generalitat de Catalunya i dels diferents organismes públics s'han mostrat força estables malgrat els cicles electorals i els relleus polítics.

Com s'ha dit anteriorment, malgrat aquest context certament positiu, el sistema de recerca a les universitats pateix mancances estructurals greus, que es descriuen al llarg d'aquest capítol i a l'apartat final. Alhora, ens trobem en un context internacional de gran dinamisme i complexitat (transformacions científiques i tecnològiques de gran abast, societats i economies en transició, mercat de treball canviant, inestabilitat política i desigualtats socials, canvi climàtic i degradació ambiental) que requereixen, més que mai, visió política de llarg abast i instruments de suport públic per a consolidar la recerca i el coneixement com a motor de progrés, benestar i competitivitat.

En aquest context, a principis de juny de l'any 2020, el Govern de Catalunya va aprovar el document final del Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement (PN@SC), amb l'objectiu que aquest esdevingués l'instrument central per desplegar l'estratègia integral en Recerca, Desenvolupament i Innovació (R+D+I) a Catalunya, i orientar les futures polítiques públiques en aquest àmbit.

El Pacte, que ambiciona fer avançar el país vers una economia basada en el coneixement, en convergència amb els països més competitius a escala europea, va comptar amb la implicació de les universitats, els centres de recerca i l'estudiantat, però també de les fundacions i agències de recerca, les empreses i els sindicats i els agents radicats al territori.

S'inclouen en el Pacte un total de 84 grans acords i una sèrie d'indicadors relacionats principalment amb la despesa en R+D+I, expressada en termes de PIB, i amb el finançament basal del sistema universitari.

El capítol 4 del Pacte se centra en l'impuls del sistema de recerca i les seves infraestructures. Entre els acords que s'hi inclouen destaquen: l'impuls a l'avantprojecte de la llei de la ciència a Catalunya; la promoció d'un programa que faciliti i impulsi la col·laboració dels investigadors dels centres CERCA en les activitats docents de les universitats; la determinació d'indicadors de base del seguiment del sistema de recerca; l'increment del nombre d'investigadors; la convergència als estàndards europeus de qualitat, impacte i productivitat en la producció científica, així com l'aspiració a assolir el valor mitjà dels territoris situats per damunt de Catalunya en el RIS; el foment públic de la producció científica per tipologia d'agents, l'establiment d'un nou model que avalui l'impacte social de la producció científica i l'assoliment d'una major despesa total en R+D a Catalunya; la classificació de les infraestructures de recerca; la vetlla per l'ús eficient i efectiu de les infraestructures existents i la promoció de la cooperació; i, finalment, el foment d'una estratègia catalana de ciència oberta.

Recentment, el Govern de Catalunya, constituït el mes de maig de 2021, en compliment dels objectius que figuren al PN@SC, s'ha dotat d'un departament de Recerca i Universitats, una reclamació permanent del sector científic i universitari per tal de que les polítiques de coneixement tinguin un pes rellevant en l'agenda política a Catalunya.

Així mateix, a escala europea, el Fons de Recuperació Next Generation-EU (NGEU), l'estímul econòmic més important que mai s'ha finançat, ha d'establir les bases per un creixement sostingut i inclusiu, que afavoreixi la creació de llocs de treball i que contribueixi a les transformacions verda i digital a Europa a mitjà i llarg termini, tot posicionant, novament, la innovació, el coneixement i la recerca científica i tecnològica com a prioritats. Un terç de les inversions d'1,8 bilions d'euros del NGEU i el pressupost de set anys de la UE finançaran l'anomenat European Green Deal.

Tot plegat, ens situa en un context certament esperançador perquè la recerca científica catalana, i específicament la que es duu a terme a les universitats, pugui consolidar-se de nou i revertir en progrés i benestar.

## 2. Recursos econòmics per a la recerca i la innovació

En aquest segon apartat s'analitzen els recursos econòmics de les universitats catalanes en matèria de recerca i innovació, ja sigui per mitjà de fons competitiu (convocatòries d'àmbits diversos: europeu, estatal, català o altres) com de fons no competitiu. A més, cal parar una atenció especial als fons obtinguts a través del programa marc europeu Horitzó 2020 i de les convocatòries del Consell Europeu de Recerca (ERC). Cal assenyalar, així, que la informació que s'analitza a continuació correspon majoritàriament a les vuit universitats públiques del país, ja que la informació disponible de les universitats privades, tot i que va augmentant, encara no és equiparable. Tot i així, se'n recullen un seguit de dades en la taula 6.

Pel que fa als fons competitiu, aconseguits per les universitats públiques (incloent-hi els seus ens vinculats), s'observa que si bé aquests fons disminueixen l'any 2017 (176.958.261 €) respecte el 2016 (254.793.791 €), tornen a incrementar l'any 2018 (250.837.451 €) per reduir-se novament el 2019 (243.932.392 €), tot i que de forma menys significativa. El motiu rau en el fet que aquests es veuen afectats per la finalització del Pla Nacional 2013-2016 i l'inici del següent. A més, cal assenyalar que el 2016, any que marca el començament d'aquesta sèrie, es va compensar la manca de recursos derivats del retard en la posada en marxa del pla següent.

Quant als fons no competitiu captats per les universitats i els seus ens vinculats, segueixen aquesta mateixa tendència: baixen l'any 2017 (86.813.094 €) en relació al 2016 (87.877.679 €) per tornar a augmentar l'any 2018 (91.065.558 €) i decreixer, altra vegada, el 2019 (84.989.891 €).

**Taula 1. Captació de fons competitiu i no competitiu de les universitats públiques catalanes (2016-2019).** Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

| Any             | UNIVERSITAT |               |                   | PDI PERMANENT A ENS VINCULAT |               |                    | TOTAL       |               |             |
|-----------------|-------------|---------------|-------------------|------------------------------|---------------|--------------------|-------------|---------------|-------------|
|                 | Competitiu  | No competitiu | Total Universitat | Competitiu                   | No competitiu | Total Ens vinculat | Competitiu  | No competitiu | Total       |
| 2016            | 215.987.436 | 66.608.394    | 282.595.830       | 38.806.355                   | 21.269.285    | 60.075.640         | 254.793.791 | 87.877.679    | 342.671.470 |
| 2017            | 147.948.854 | 72.937.395    | 220.886.249       | 29.009.407                   | 13.875.699    | 42.885.107         | 176.958.261 | 86.813.094    | 263.771.355 |
| 2018            | 207.425.823 | 69.840.479    | 277.266.302       | 43.411.628                   | 21.225.079    | 64.636.708         | 250.837.451 | 91.065.558    | 341.903.009 |
| 2019            | 204.592.112 | 67.807.242    | 272.399.355       | 39.340.280                   | 17.182.649    | 56.522.930         | 243.932.392 | 84.989.891    | 328.922.285 |
| MITJANA PERÍODE | 193.988.556 | 69.298.378    | 263.286.934       | 37.641.918                   | 18.388.178    | 56.030.096         | 231.630.474 | 87.686.556    | 319.317.030 |

Si es fa atenció a l'origen dels fons competitiu captats per les universitats i els seus ens vinculats, s'observa que, l'any 2019, gairebé la meitat d'aquests (45,53%) prové de convocatòries estatals, mentre que la resta ho fa, per aquest ordre, de convocatòries europees (29,80%), de convocatòries catalanes (19,23%) i d'altres convocatòries (5,44%).

Taula 2. Origen dels recursos competitiu captats per les universitats públiques i ens vinculats (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

|       |                  | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | MITJANA PERÍODE |
|-------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| TOTAL | ADM. ESTAT       | 146.998.653 | 53.029.594  | 97.724.572  | 111.064.195 | 102.204.254     |
|       | EUROPA           | 73.963.528  | 76.715.225  | 68.798.186  | 72.691.658  | 73.042.149      |
|       | ADM. GENERALITAT | 23.079.466  | 37.806.964  | 67.988.063  | 46.896.281  | 43.942.694      |
|       | ALTRES           | 10.752.144  | 9.406.479   | 16.326.630  | 13.280.259  | 12.441.378      |
|       | Total            | 254.793.791 | 176.958.261 | 250.837.451 | 243.932.393 | 231.630.474     |
| %     | ADM. ESTAT       | 57,69%      | 29,97%      | 38,96%      | 45,53%      | 44,12%          |
|       | EUROPA           | 29,03%      | 43,35%      | 27,43%      | 29,80%      | 31,53%          |
|       | ADM. GENERALITAT | 9,06%       | 21,36%      | 27,10%      | 19,23%      | 18,97%          |
|       | ALTRES           | 4,22%       | 5,32%       | 6,51%       | 5,44%       | 5,37%           |
|       | Total            | 100,00%     | 100,00%     | 100,00%     | 100,00%     | 100,00%         |

Pel que es refereix a la destinació dels fons captats per les universitats i els seus ens vinculats, cal destacar que la majoria de fons competitiu l'any 2019 tenen per objecte projectes (153.614.149 €) i recursos humans (83.137.979 €). A molta distància, es troba la infraestructura (3.497.353 €), els grups i les xarxes (686.550 €), la formació i la difusió de la ciència (3.827.794 €), les patents i les *spin-offs* (93.551 €) i, finalment, altres destinacions (2.789.247 €).

Per contra, els fons no competitiu presenten xifres més modestes i es destinen, principalment, a serveis científics i tècnics, assaigs clínics i estudis observacionals (41.815.831 €) i projectes (22.638.892 €). Posteriorment, hi ha, per ordre de magnitud, la formació i la difusió de la ciència (2.035.623 €), les càtedres d'empresa (1.136.807 €), les patents i les *spin-offs* (907.019 €) i els recursos humans (151.619 €). Un total de 16.304.110 € es dirigeixen a altres finalitats.

Taula 3. Vies de finançament de les universitats públiques i destinació universitats i ens vinculats (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

| Via de finançament Univ + Ens vinculats | Destinacions   | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        |
|---|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| COMPETITIU                              | Projectes  | 188.271.829 | 101.130.594 | 163.989.345 | 153.614.149 |
|   | Recursos humans  | 55.328.259  | 69.648.350  | 63.038.705  | 83.137.979  |
|   | Infraestructura  | 1.842.983   |             | 2.817.512   | 3.497.353   |
|   | Grups i xarxes   | 6.370.723   | 2.948.453   | 15.709.104  | 686.550     |
|   | Formació i difusió de la ciència                                       | 1.276.113   | 583.232     | 3.827.794   | 113.563     |
|   | Patents i <i>spin-offs</i>   | 164.323     | 27.210      | 3.054       | 93.551      |
|   | Altres   | 1.539.561   | 2.620.423   | 1.451.938   | 2.789.247   |
| NO COMPETITIU                           | Projectes  | 32.675.296  | 25.132.507  | 31.506.306  | 22.638.892  |
|   | Recursos humans  | 929.392     | 173.500     | 116.151     | 151.619     |
|   | Grups i xarxes   |             |             | 11.000      |             |
|   | Formació i difusió de la ciència                                       | 1.512.269   | 2.146.618   | 2.579.533   | 2.035.613   |
|   | Serveis científics i tècnics, assaigs clínics i estudis observacionals | 37.721.459  | 42.982.633  | 44.742.052  | 41.815.831  |
|   | Patents i <i>spin-offs</i>   | 826.638     | 916.258     | 1.144.749   | 907.019     |
|   | Càtedres d'empresa   | 733.693     | 1.343.213   | 596.704     | 1.136.807   |
|   | Altres   | 13.478.932  | 14.118.365  | 10.369.063  | 16.304.110  |
| Total                                   | 342.671.470  | 263.771.355 | 341.903.009 | 328.922.284 |             |

Atenent a la divisió per sectors d'origen, es constata que els fons competitiu i no competitiu, captats per les universitats i els seus ens vinculats, corresponen, l'any 2019, a l'administració pública (76,4%), seguida de l'empresa (19,5%), les institucions privades sense finalitat de lucre (3,6%) i l'ensenyament superior (0,6%). En altres paraules, un 79,06% dels fons captats tenia origen en el sector públic mentre que un 20,94% en el sector privat.

Taula 4. Evolució dels recursos captats per les universitats públiques (competitiu i no competitiu) per sector d'origen dels fons (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

| Sector origen fons Universitat                          | 2016        | %       | 2017        | %       | 2018        | %       | 2019        | %       |
|---|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| Empresa   | 63.148.321  | 18,40%  | 70.161.495  | 26,60%  | 72.110.058  | 21,10%  | 64.069.646  | 19,50%  |
| Administració Pública                                   | 264.557.224 | 77,20%  | 183.745.407 | 69,70%  | 254.565.233 | 74,50%  | 251.265.743 | 76,40%  |
| Institucions privades sense finalitat de lucre (IPSFLL) | 11.680.422  | 3,40%   | 7.962.709   | 3,00%   | 13.308.801  | 3,90%   | 11.777.820  | 3,60%   |
| Ensenyament superior                                    | 3.285.502   | 1,00%   | 1.901.745   | 0,70%   | 1.918.918   | 0,60%   | 1.809.075   | 0,60%   |
| Total   | 342.671.470 | 100,00% | 263.771.355 | 100,00% | 341.903.009 | 100,00% | 328.922.284 | 100,00% |

Durant el període 2017-2019, les categories ICREA (>160.000 €), catedràtic contractat (>120.000 €), catedràtic universitari (>70.000 €), RyC (>50.000 €), investigador distingit i agregat (>25.000 € per a ambdues) van sobresortir per captar una mitjana de recursos per càpita superior a la resta de personal.

Taula 5. Capacitat de captació de fons de les universitats públiques per categories de PDI i mitjana d'euros per càpita 2017-2019. Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

|                                 | Total recaptat període | Mitjana Recursos per càpita |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| ICREA                           | 60.516.495,62          | 161.897,63                  |
| CATEDRÀTIC CONTRACTAT           | 39.340.721,98          | 122.505,76                  |
| CATEDRÀTIC UNIVERSITARI         | 295.921.800,92         | 70.523,64                   |
| RyC                             | 19.743.132,10          | 57.797,16                   |
| INVESTIGADOR DISTINGIT          | 2.333.581,50           | 28.311,66                   |
| AGREGAT                         | 150.915.585,41         | 27.158,15                   |
| INVESTIGADOR SÈNIOR             | 14.981.664,26          | 22.202,81                   |
| TITULAR UNIVERSITARI            | 157.716.038,85         | 17.342,63                   |
| CATEDRÀTIC ESCOLA UNIVERSITÀRIA | 4.807.824,34           | 17.252,27                   |
| INVESTIGADOR JÚNIOR             | 7.480.770,88           | 16.328,56                   |
| LECTOR                          | 9.482.430,80           | 10.321,76                   |
| EMÈRIT                          | 6.515.121,09           | 8.673,20                    |
| VISITANT                        | 2.907.954,50           | 6.783,35                    |
| INVESTIGADOR POSTDOCTORAL       | 11.602.411,64          | 4.987,19                    |
| TÈCNIC DE RECERCA               | 22.254.325,17          | 4.307,51                    |
| CONTRACTAT DOCTOR               | 771.415,56             | 3.621,76                    |
| COL·LABORADORS                  | 1.834.270,85           | 2.267,21                    |
| ALTRES                          | 888.038,76             | 2.048,21                    |

Pel que fa als fons europeus de caràcter marcadament competitiu, cal destacar que un total de 269.192.170,17 € han estat captats, a través del programa marc Horitzó 2020, per les universitats públiques catalanes en el període 2015-2019 (veg. apartat 6 d'aquest capítol).

Com s'ha assenyalat abans, la informació de l'activitat científica de les universitats privades del país disponible és més minsa que en el cas de les universitats públiques. La seva capacitat de captació de fons és menor. En la taula 6 es reflecteixen els fons captats durant el període 2015-2020.

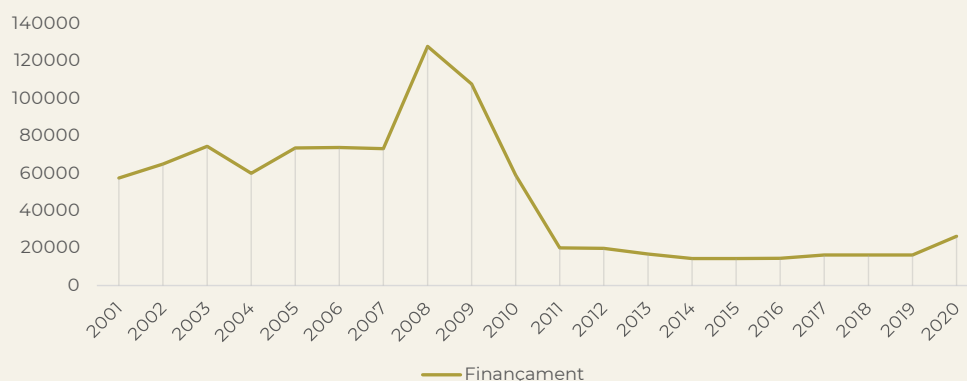
Taula 6. Captació de fons competitiu i no competitiu de les universitats privades durant el període 2015-2019. Font: elaboració pròpia a partir de dades de les universitats privades catalanes

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Convocatòries competitives</b>                      | 30.302.766,91 |
| Estats   | 7.029.315,26  |
| Catalans   | 9.480.294,92  |
| Europeus/internacionals                                | 13.793.156,73 |
| <b>Convocatòries no competitives</b>                   | 21.944.234,23 |
| Estats i catalans                                      | 13.386.395,35 |
| Europeus/internacionals                                | 543.224,18    |
| No especificat   | 8.014.614,70  |
| <b>Fons competitiu i no competitiu captats (total)</b> | 52.247.001,14 |

Segons l'informe publicat per l'AGAUR el gener de 2021,<sup>2</sup> el sistema científic català ha rebut 379 ajuts del Consell Europeu de Recerca (ERC) en les convocatòries del període 2007-2020, una dada que representa el 53% del global de l'Estat espanyol i un 3,2% de l'Àrea Europea de Recerca (ERA). Aquests ajuts es distribueixen de la manera següent: 128 Starting Grants, 84 Advanced Grants, 81 Consolidator Grants, 83 Proof of Concept, i 3 Energy Grants. Catalunya es situa, així, en la quarta posició dels països de l'ERA i en segona posició dels Estats membres de la UE pel que fa a nombre d'ajuts per milió d'habitants. Un 35,5% d'aquests 379 ajuts han estat concedits a investigadors de les universitats.

En aquest apartat de recursos econòmics de les universitats, cal destacar un fet molt rellevant. Arran de la crisi econòmicofinancera de l'any 2008, el Pla d'Infraestructures Universitàries (PIU), el principal mecanisme de finançament de la Generalitat per a desenvolupar les infraestructures de les universitats públiques, ha quedat reduït a mínims. Aquest fet, que s'allarga fins avui dia, ha provocat una pèrdua constant de la capacitat infraestructural de les universitats, també en l'àmbit de la recerca.

Gràfic 1. Finançament de la Generalitat de Catalunya per a inversions de les universitats públiques catalanes (2001-2020) en milers d'euros



<sup>2</sup> AGAUR (2021).

En aquesta línia, és necessari assenyalar que les universitats no reben un finançament basal per fomentar la recerca (a banda de convocatòries competitives de diversos tipus i de les convocatòries específiques de projectes, també de tipus molt competitiu). Ambdós fets (manca de finançament basal de la recerca universitària i PIU quasi testimonial) fan que la recerca científica a les universitats tingui peus de fang. L'acompliment del que s'ha aprovat en el PN@SC seria rellevant per revertir de forma urgent aquesta situació, si no es vol anorrear la tasca feta a les darreres dècades i els resultats òptims obtinguts.

### 3. Els professionals de la recerca i els grups de recerca

Els professionals de les universitats constitueixen el seu nervi, el seu capital fonamental. Específicament, el personal docent i investigador agrupa totes aquelles categories professionals dedicades a la docència i a la recerca en el si de les universitats. Són responsables de la formació de l'estudiantat i de la generació del coneixement i, eventualment, de la seva difusió i comercialització.

Les dades dels darrers anys respecte a la dimensió de les plantilles del personal docent i investigador no són positives ja que han anat a la baixa, quan la tendència hauria de ser justament la contrària, si l'objectiu és incrementar les capacitats de coneixement i de recerca. La taula 7 mostra el personal d'R+D d'universitats públiques catalanes per set grups de categories. Tant les plantilles de PDI com les de personal investigador en formació i el personal de suport a la recerca han disminuït lleugerament. Un dels factors que explicaria aquesta tendència és la manca de reposició de les places, les persones titulars de les quals s'han anat jubilant en els darrers anys. No només la tendència a la baixa és preocupant, també ho és, i de forma molt significativa, la dificultat dels joves investigadors per accedir a places permanents i així poder iniciar la carrera professional en el si de les universitats.

Taula 7. Personal d'R+D de les universitats públiques per grups de categories (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

|  | 2016   |         | 2017   |         | 2018   |         | 2019   |         |
|--|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| PERSONAL INVESTIGADOR  | 8.746  | 50,20%  | 8.730  | 50,20%  | 8.582  | 49,80%  | 8.530  | 50,30%  |
| PERSONAL INVESTIGADOR AMB FINANÇAMENT EXTERN ICREA, BP, RyC, MCurie, MSer, Jci | 440    | 2,50%   | 439    | 2,50%   | 437    | 2,50%   | 454    | 2,70%   |
| INVESTIGADORS EN FORMACIÓ  | 2.875  | 16,50%  | 2.926  | 16,80%  | 2.836  | 16,50%  | 2.775  | 16,40%  |
| PERSONAL DE SUPORT A LA RECERCA  | 3.246  | 18,60%  | 3.117  | 17,90%  | 3.071  | 17,80%  | 2.935  | 17,30%  |
| ASSOCIATS  | 1.741  | 10,00%  | 1.891  | 10,90%  | 2.046  | 11,90%  | 2.032  | 12,00%  |
| ALTRE PERSONAL SENSE DEDICACIÓ TEÒRICA A RECERCA                               | 373    | 2,20%   | 299    | 1,70%   | 259    | 1,50%   | 219    | 1,30%   |
| Total  | 17.421 | 100,00% | 17.402 | 100,00% | 17.231 | 100,00% | 16.945 | 100,00% |

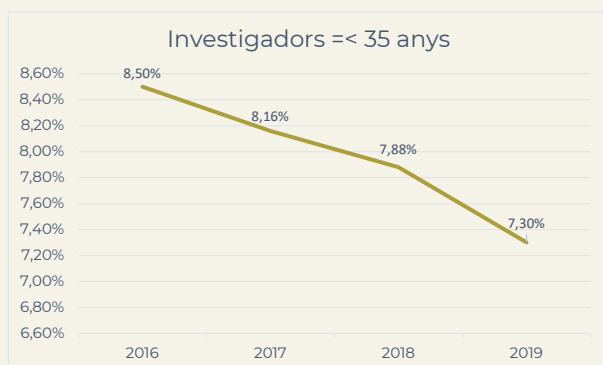
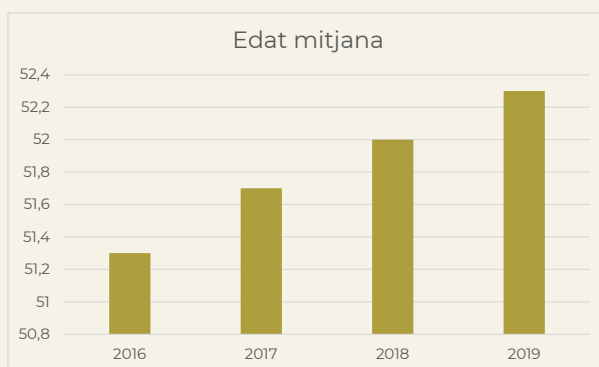
En canvi, la xifra que augmenta durant aquests anys és la de la plantilla del professorat associat, el perfil de bona part del qual no respon al requeriment de la normativa, que és la d'un professional expert i extern a la universitat que aporta la seva expertesa a la universitat. Molt sovint s'ha utilitzat malament aquesta figura per la d'un contracte temporal i a temps parcial.

Respecte a la qualificació del personal docent i investigador al conjunt de les universitats catalanes, al voltant d'un 60% són doctors. Aquest percentatge ha anat augmentant els darrers anys, fruit de l'exigència de la màxima qualificació acadèmica pel gruix del PDI. S'espera que continuï creixent en els propers anys mitjançant la mateixa exigència interna i les facilitats per al seu acompliment des de les mateixes universitats.

Un aspecte molt rellevant que cal destacar és l'envelliment progressiu de les plantilles de PDI de les universitats. El gràfic 2 mostra l'evolució de l'edat mitjana dels investigadors de les universitats públiques catalanes durant el període 2016-2019. S'hi pot veure que la mitjana d'edat del PDI augmenta any rere any i en algunes universitats ja s'apropa als 60 anys. Sens dubte, aquest fet té un impacte important en l'activitat de les universitats, ja que sobretot impedeix que el PDI jove i en formació tingui unes expectatives mínimes per poder accedir a una plaça permanent i, per tant, pugui iniciar una carrera professional digna. Així, el sistema universitari i científic, que ha d'aplicar les limitacions estipulades pel Ministeri d'Hisenda, que des de 2011 limita la taxa de reposició, perd capital humà i talent, que sovint es veu abocat a marxar a d'altres països, prioritzar d'altres llocs de treball lluny de la recerca o mantenir-se a llocs de treball eventuals i precaris.

Gràfic 2. Evolució de l'edat mitjana del personal investigador de les universitats públiques (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

Investigadors. Evolució edat mitjana

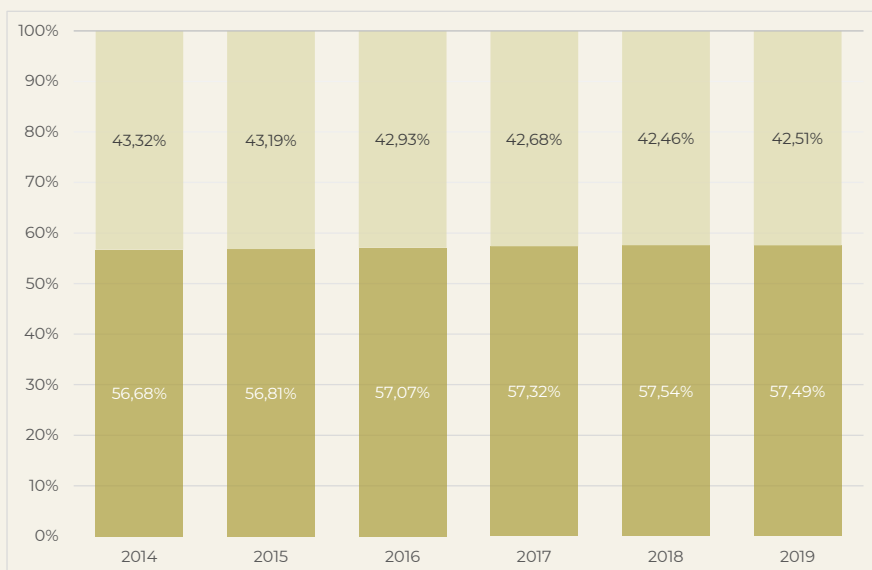


Una altra característica destacada, quan es parla del talent a les universitats, és la capacitat d'aquestes per atraure i retenir talent d'altres països. En aquesta línia, les xifres són encara modestes. Sens dubte, la rigidesa del sistema i la insuficient autonomia institucional de les universitats són factors que dificulten, en gran mesura, la capacitat d'atreure personal docent i investigador d'altres països a les universitats (veg. les dades i les taules corresponents a l'apartat 6 d'aquest capítol sobre la internacionalització).

Cal esmentar especialment la distribució per gènere de les plantilles de personal docent i investigador a les universitats. En els darrers anys es manté pràcticament invariable la proporció d'homes i dones a les plantilles: al voltant d'un 57% d'homes i d'un 42% de dones a les universitats públiques.

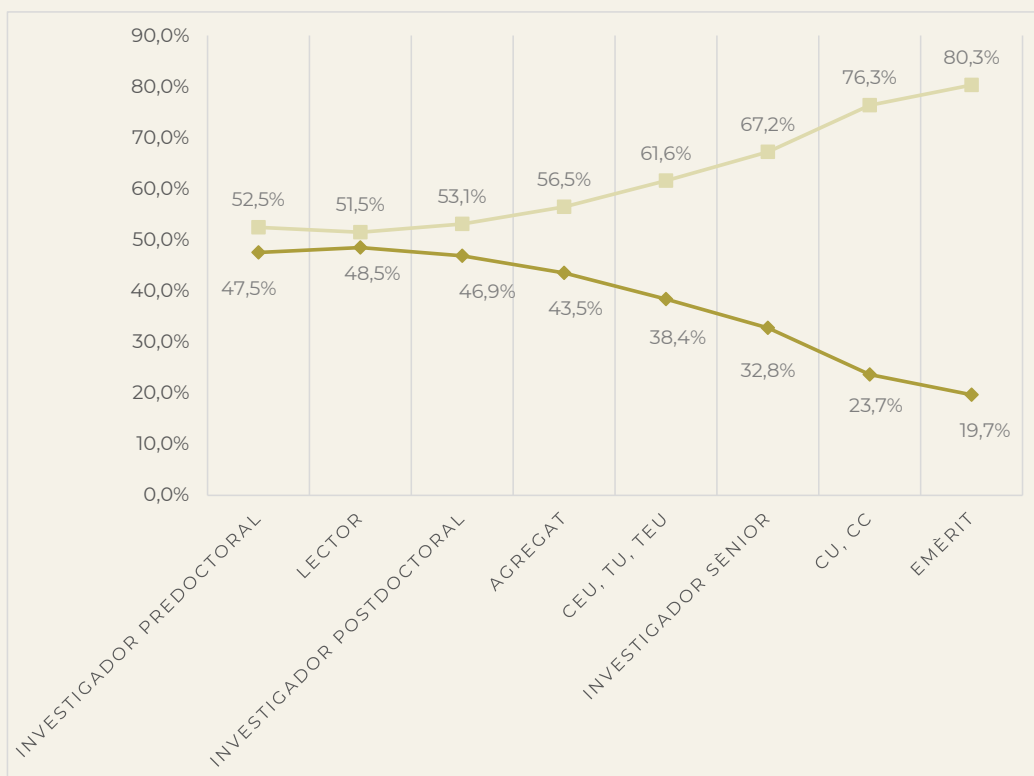


Gràfic 3. Distribució per gènere de les plantilles de PDI de les universitats públiques (2014-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya



Cal destacar com evolucionen les plantilles pel que fa al gènere, a mesura que avança el seu desenvolupament o carrera professional. Com es pot observar al gràfic 4, homes i dones parteixen d'un percentatge molt similar a l'inici de la carrera investigadora (investigadors predoctorals: 52,5% homes, 47,5% dones) però la bretxa es va ampliant amb el pas dels anys durant el procés i la consolidació de la carrera professional (fins uns percentatges de catedràtics universitaris/catedràtics contractats i d'emèrits del 75,6% i del 80,3% per als homes i un 24,4% i del 19,7% per a les dones, respectivament). Es tracta d'un fet greu que demostra la pèrdua de talent entre el PDI i, alhora, les dificultats creixents de les dones investigadores qui, amb els anys, han d'escollir entre vida privada (maternitat, cura dels fills) i carrera professional, amb mesures, encara febles, de conciliació laboral i familiar i un sostre de vidre per a assolir posicions acadèmiques i de gestió/direcció acadèmica i científica.

Gràfic 4. Carrera professional del personal investigador per categories i gènere (2018). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya



Cal parlar, així mateix, dels grups de recerca que expressen, en certa mesura, el potencial investigador de les universitats. Actualment, no es pot entendre les capacitats de recerca i d'innovació sense analitzar els grups, ja que la recerca és complexa. Cal una massa crítica per a assegurar-ne les activitats científiques i, alhora, es prioritza cada cop més en convocatòries competitives de tot tipus. Per descomptat, aquesta realitat és més evident en els grups de recerca d'àrees experimentals i tecnològiques (que requereixen molt sovint un important volum d'investigadors, amb infraestructures científiques i tecnològiques de gran envergadura) i menys en grups de recerca en àmbits com ara el de les ciències humanes i ciències socials.

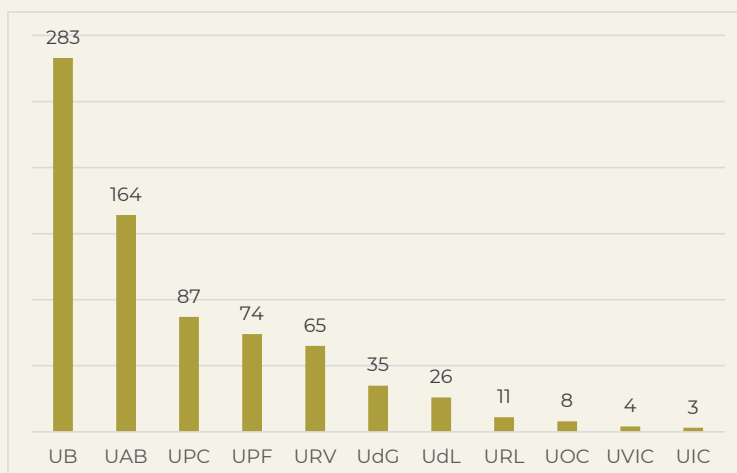
En aquesta línia, s'han anat consolidant, amb el pas dels anys, tot un seguit de grups de recerca en el si de les universitats catalanes. Si agafem com a referència estandarditzada la dels grups de recerca reconeguts per la Generalitat, l'any 2019 hi havia, al conjunt d'universitats del país, un total de 1.178 grups de recerca, amb la distribució que reflecteix la taula 8.

Taula 8. Grups de recerca reconeguts, universitats catalanes (2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

| Universitat | Nombre de grups de recerca |
|-------------|----------------------------|
| UB          | 296                        |
| UPC         | 230                        |
| UdG         | 216                        |
| UAB         | 196                        |
| UPF         | 124                        |
| URV         | 92                         |
| UdL         | 61                         |
| UOC         | 58                         |
| URL         | 56                         |
| UVIC        | 34                         |
| UIC         | 25                         |
| UAO-CEO     | 6                          |

Finalment, cal assenyalar que els investigadors de les universitats catalanes es troben entre els 5.000 més citats a Espanya. El 15% dels investigadors més citats a l'Estat espanyol provenen de les universitats catalanes, segons la distribució que es pot veure al gràfic 5.

Gràfic 5. Nombre d'investigadors de les universitats catalanes entre els 5.000 més citats a Espanya. Font: Cybermetrics Lab<sup>3</sup>



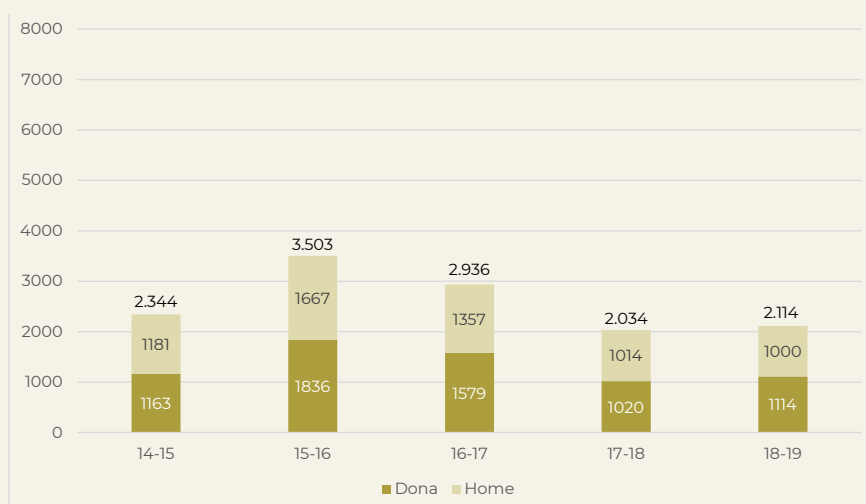
## 4. Principals resultats de la recerca a Catalunya

### 4.1. Formació d'investigadors

La formació d'investigadors, és a dir, del planter científic, és una funció clau de qualsevol universitat de recerca, alhora que una bona mesura de la salut del sistema universitari i científic. Segons els Descriptors de Dublín,<sup>4</sup> els doctors són professionals altament qualificats, professionals del coneixement amb una comprensió sistemàtica d'un camp científic, amb capacitat analítica profunda i amb rigor i metodologia científics.

El gràfic 6 mostra l'evolució del nombre de tesis doctorals defensades a les universitats públiques catalanes entre el curs 2014-2015 i 2018-2019. Mentre que al llarg del curs 2014-2015 es van defensar 2.344 tesis, el curs 2018-2019 se'n van defensar 2.114. Cal fer constar que, en els darrers anys, ha tingut lloc l'extinció dels estudis antics de doctorat i, per tant, s'han defensat moltes tesis, la qual cosa explica el gran nombre de tesis llegides el curs 2015-2016. Durant el curs 2017-2018, aquest nombre ja es normalitza i es situa a nivells del curs 2012-2013.

Gràfic 6. Tesis doctorals llegides a les universitats públiques (cursos 2014-2015 a 2018-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya



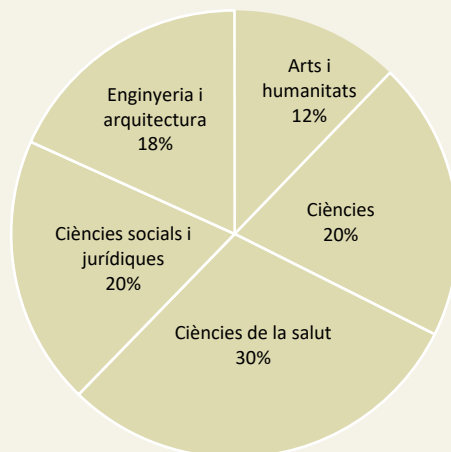
<sup>3</sup> Cybermetrics Lab (2021).

<sup>4</sup> [http://ecahe.eu/w/index.php?title=Dublin\\_Descriptors](http://ecahe.eu/w/index.php?title=Dublin_Descriptors).

Pel que fa a les universitats privades, les tesis defensades durant el curs 2018-2019 han estat 93 (destacant la URL amb 51 tesis; 17, a la UIC; 19, a la UVic-UCC; i 6, a la UAO).

Com mostra el gràfic 7, durant el curs 2017-2018, la meitat de les tesis doctorals defensades a les universitats públiques catalanes són de l'àmbit de ciències o ciències de la salut, fent palesa la importància d'aquests àmbits a Catalunya.

Gràfic 7. Distribució de les tesis doctorals llegides a les universitats públiques per àmbits de coneixement (curs 2017-2018). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya



A l'hora de comparar les universitats públiques catalanes amb les de la resta de comunitats autònomes de l'Estat espanyol, s'observa que Catalunya, al llarg dels darrers anys, s'ha situat en una posició capdavantera. Així, tal com mostren els indicadors de resultats d'investigació del PDI de les universitats públiques espanyoles, publicats a l'informe de la CRUE, La universidad española en cifras 2017/2018, Catalunya ocupa la segona posició, només per darrere de Madrid, pel que fa a les tesis llegides els darrers 5 anys, i la primera en terme de tesis/professors, la qual cosa indica un alt nivell de dedicació en aquest camp.

Taula 9. Tesis llegides per comunitats autònomes en els darrers cinc anys. Font: *La universidad española en cifras 2017/2018* (CRUE)

|                             | Total branques                         |                                |                                 |
|-----------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
|                             | TESIS LLEGIDES EN ELS DARRERS ANYS (1) | TOTAL PROFESSORES DOCTORES (2) | PRODUCCIÓ DE DOCTORES (3)=(1/2) |
| ANDALUSIA                   | 8.172                                  | 13.597                         | 76,70%                          |
| ARAGÓ                       | 1.964                                  | 2.718                          | 72,26%                          |
| CANÀRIES                    | 1.118                                  | 2.389                          | 46,80%                          |
| CANTÀBRIA                   | 675                                    | 906                            | 74,50%                          |
| CASTELLA-LA MANXA           | 826                                    | 1.673                          | 49,37%                          |
| CATALUNYA                   | 13.218                                 | 10.673                         | 123,91%                         |
| EXTREMADURA                 | 1.150                                  | 1.325                          | 86,79%                          |
| GALÍCIA                     | 4.570                                  | 3.931                          | 116,26%                         |
| LA RIOJA                    | 131                                    | 326                            | 40,18%                          |
| ILLES BALEARS               | 452                                    | 839                            | 53,87%                          |
| PAÍS BASC                   | 2.394                                  | 3.312                          | 72,28%                          |
| CASTELLA I LLEÓ             | 4.006                                  | 4.579                          | 87,49%                          |
| COMUNITAT DE MADRID         | 13.879                                 | 12.494                         | 111,49%                         |
| NAVARRA                     | 347                                    | 634                            | 54,73%                          |
| COMUNITAT VALENCIANA        | 7.063                                  | 8.218                          | 86,10%                          |
| PRINCIPAT D'ASTÚRIES        | 1.441                                  | 1.762                          | 81,78%                          |
| REGIÓ DE MÚRCIA             | 2.049                                  | 2.414                          | 90,07%                          |
| TOTAL UU.PP. PRESENCIALS    | 63.455                                 | 71.790                         | 92,44%                          |
| ESTAT                       | 1.203                                  | 1.101                          | 109,26%                         |
| TOTAL UU.PP. NO PRESENCIALS | 1.203                                  | 1.101                          | 109,26%                         |
| TOTAL UU.PP. ESPANYOLES     | 64.658                                 | 72.891                         | 92,71%                          |

En aquest context, el curs 2018-2019, a Catalunya es van llegir 2.127 tesis doctorals. La taula 10 mostra l'alta capacitat d'atracció de talent d'altres països, majoritàriament Iberoamèrica i Europa, que tenen les universitats catalanes.

Taula 10. Tesis doctorals llegides a les universitats públiques per part d'estudiants d'altres països (curs 2018-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

| Tesis llegides               |       | Tesis llegides               |       |
|------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| País universitat procedència | 18-19 | País universitat procedència | 18-19 |
| ARGENTINA                    | 19    | MÈXIC                        | 60    |
| BÈLGICA                      | 6     | PAÏSOS BAIXOS                | 8     |
| BRASIL                       | 39    | PARAGUAI                     | 6     |
| XILE                         | 54    | PERÚ                         | 10    |
| XINA                         | 48    | POLÒNIA                      | 6     |
| COLÒMBIA                     | 46    | PORTUGAL                     | 12    |
| COSTA RICA                   | 5     | RÚSSIA                       | 8     |
| EQUADOR                      | 27    | SUÈCIA                       | 9     |
| FRANÇA                       | 31    | TURQUIA                      | 12    |
| ALEMANYA                     | 27    | REGNE UNIT                   | 32    |
| GRÈCIA                       | 14    | ESTATS UNITS D'AMÈRICA       | 17    |
| ÍNDIA                        | 15    | URUGUAI                      | 5     |
| IRAN                         | 25    | VENEÇUELA                    | 12    |
| ITÀLIA                       | 79    |                              |       |

Amb tot, malgrat les dades positives, hi ha una evidència que ha de ser motiu de preocupació: es tracta de l'escassa valoració social dels estudis de doctorat, més enllà de la funció estrictament acadèmica i per a la carrera investigadora, a les universitats i centres de recerca. Es tracta d'un fet estretament relacionat amb la baixa inserció professional dels doctors a les empreses i al sector industrial. Una de les iniciatives que contribueixen a resoldre el problema és el Pla de Doctorats Industrials, promogut per la Generalitat de Catalunya des de l'any 2012, que compta amb una forta col·laboració per a la seva disseminació, especialment focalitzada en el teixit industrial, per part de la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), i que permet generar projectes de recerca en el si d'una empresa o d'una institució on el/la doctorand/a desenvolupa la seva formació investigadora, en col·laboració amb una universitat o centre de recerca. Aquests projectes són objecte d'una tesi doctoral. Els doctorands industrials actuen, així, com a ponts de transferència de coneixement i contribueixen a estrènyer les relacions entre la indústria i les universitats i els centres de recerca.

La memòria del Pla de Doctorats Industrials indica que l'any 2019 es van dur a terme 94 projectes i es van llegir 30 tesis. Aquests van implicar-hi 11 universitats, 9 centres de recerca, 25 empreses, 79 grups SGR, 4 centres CSIC i 90 investigadors. Es van finançar el 95% de les sol·licituds. El cost total va ser de 12,8 milions d'euros.

Si s'observen les dades acumulades, es pot veure que, des de la seva creació en el marc del Pla, s'han realitzat un total de 602 projectes amb un finançament de 83 milions d'euros, dos terços dels quals són d'origen privat.

## 4.2. Producció científica i excel·lència

L'informe CyD 2019<sup>5</sup> recull en el seu annex la llista d'institucions espanyoles de recerca en el rànquing mundial d'institucions d'investigació per al període 2014-2018. A la taula 11 es pot veure que les universitats públiques catalanes, juntament amb la Universitat Ramon Llull, amb un impacte superior a la mitjana mundial, ocupen les primeres posicions en el conjunt d'universitats de l'Estat espanyol, pel que fa a la qualitat de la producció científica.

<sup>5</sup> Fundació CyD (2019).

Taula 11. Institucions espanyoles de recerca en el rànquing mundial d'institucions de recerca (2014-2018). Font: Informe CyD 2019

| Impacte normalitzat ponderat total |                             |   | Impacte normalitzat ponderat liderat |                             |   | Nom de les institucions amb producció científica                                   | Sector                | Producció científica |        | % de publicacions liderades per investigadors espanyols |            | % de publicacions signades en col·laboració internacional |       | Mitjana de citacions rebudes per document publicat |           | % de publicacions en revistes del primer quartil del seu camp |                        | % de publicacions d'excel·lència |       | % de publicacions d'excel·lència liderada |       |
|------------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------------|----------------------|--------|---|------------|---|-------|--|-----------|---|------------------------|----------------------------------|-------|---|-------|
| Posició en rànquing espanyol       | Posició en rànquing mundial | Valor sobre la mitjana del mundial (=1) | Posició en rànquing espanyol         | Posició en rànquing mundial | Valor sobre la mitjana del mundial (=1) |  |                       | Institució           | Sector | Posició en rànquing mundial                             | Nre. total | Posició en rànquing mundial                               | %lid  | Posició en rànquing mundial                        | %col.int. | Posició en rànquing mundial                                   | Citacions per document | Posició en rànquing mundial      | %Q1   | Posició en rànquing mundial               | %exc  |
| 13                                 | 187                         | 2,44                                    | 1                                    | 22                          | 2,25                                    | Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats                                  | Administració pública | 703                  | 8.179  | 3548  | 26,93      | 163   | 71,26 | 91   | 16,64     | 111   | 78,27                  | 47                               | 32,47 | 570                                       | 8,91  |
| 14                                 | 185                         | 2,44                                    | 2                                    | 53                          | 1,94                                    | Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer                           | Salut                 | 905                  | 6.183  | 3036  | 45,22      | 610   | 54,13 | 195  | 13,85     | 145   | 76,69                  | 135                              | 27,79 | 307                                       | 10,04 |
| 19                                 | 329                         | 2,19                                    | 3                                    | 67                          | 1,87                                    | Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Hepáticas y Digestivas    | Salut                 | 2002                 | 2.438  | 2181  | 53,49      | 1369  | 41,84 | 229  | 13,26     | 164   | 76,05                  | 327                              | 23,95 | 143                                       | 11,40 |
| 16                                 | 208                         | 2,39                                    | 4                                    | 121                         | 1,69                                    | Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques                                | Salut                 | 1650                 | 3.102  | 3308  | 39,81      | 694   | 52,64 | 176  | 14,13     | 169   | 75,89                  | 150                              | 27,34 | 766                                       | 8,32  |
| 36                                 | 717                         | 1,84                                    | 5                                    | 118                         | 1,69                                    | Ikerbasque-Basque Foundation for Science   | Administració pública | 1174                 | 4.580  | 3467  | 34,37      | 118   | 75,02 | 343  | 11,68     | 177   | 75,61                  | 163                              | 26,99 | 662                                       | 8,62  |
| 46                                 | 940                         | 1,70                                    | 6                                    | 186                         | 1,58                                    | Centro de Investigación Biomédica en Red Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición | Salut                 | 2326                 | 1.982  | 1965  | 55,05      | 1062  | 46,32 | 663  | 9,75      | 117   | 78,05                  | 377                              | 23,26 | 128                                       | 11,60 |
| 15                                 | 204                         | 2,40                                    | 7                                    | 210                         | 1,54                                    | Hospital Clínic i Provincial de Barcelona  | Salut                 | 596                  | 9.820  | 3177  | 42,93      | 831   | 50,12 | 257  | 12,83     | 551   | 66,78                  | 262                              | 24,76 | 1195                                      | 7,22  |
| 43                                 | 852                         | 1,76                                    | 8                                    | 253                         | 1,50                                    | Centro de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública          | Salut                 | 1395                 | 3.793  | 3413  | 36,83      | 483   | 56,74 | 520  | 10,44     | 136   | 76,93                  | 295                              | 24,26 | 963                                       | 7,78  |

| Impacte normalitzat ponderat total |                             |   | Impacte normalitzat ponderat liderat |                             |   | Nom de les institucions amb producció científica                       | Sector                | Producció científica |        | % de publicacions liderades per investigadors espanyols |            | % de publicacions signades en col·laboració internacional |       | Mitjana de citacions rebudes per document publicat |           | % de publicacions en revistes del primer quartil del seu camp |                        | % de publicacions d'excel·lència |       | % de publicacions d'excel·lència liderada |       |
|------------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------------|----------------------|--------|---|------------|---|-------|--|-----------|---|------------------------|----------------------------------|-------|---|-------|
| Posició en rànquing espanyol       | Posició en rànquing mundial | Valor sobre la mitjana del mundial (=1) | Posició en rànquing espanyol         | Posició en rànquing mundial | Valor sobre la mitjana del mundial (=1) |  |                       | Institució           | Sector | Posició en rànquing mundial                             | Nre. total | Posició en rànquing mundial                               | %lid  | Posició en rànquing mundial                        | %col.int. | Posició en rànquing mundial                                   | Citacions per document | Posició en rànquing mundial      | %Q1   | Posició en rànquing mundial               | %exc  |
| 37                                 | 751                         | 1,82                                    | 9                                    | 291                         | 1,45                                    | Universitat Pompeu Fabra   | Educació superior     | 692                  | 8.290  | 2324  | 52,50      | 440   | 57,77 | 642  | 9,83      | 754   | 63,32                  | 458                              | 22,46 | 350                                       | 9,79  |
| 29                                 | 558                         | 1,95                                    | 10                                   | 324                         | 1,43                                    | Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Respiratorias | Salut                 | 2130                 | 2.233  | 2637  | 50,16      | 1219  | 44,20 | 480  | 10,67     | 338   | 70,80                  | 416                              | 22,84 | 412                                       | 9,54  |
| 56                                 | 1032                        | 1,65                                    | 11                                   | 396                         | 1,38                                    | Instituto de Salud Carlos III  | Salut                 | 638                  | 9.189  | 2257  | 52,94      | 1114  | 45,52 | 722  | 9,50      | 226   | 74,14                  | 794                              | 20,15 | 462                                       | 9,30  |
| 62                                 | 1127                        | 1,60                                    | 12                                   | 512                         | 1,31                                    | Consejo Superior de Investigaciones Científicas                        | Administració pública | 21                   | 62.765 | 2530  | 51,14      | 314   | 61,73 | 641  | 9,84      | 280   | 72,39                  | 707                              | 20,65 | 573                                       | 8,90  |
| 6                                  | 92                          | 2,85                                    | 13                                   | 542                         | 1,30                                    | Hospital Universitari Vall d'Hebron                                    | Salut                 | 922                  | 6.017  | 3455  | 34,97      | 1132  | 45,34 | 134  | 15,15     | 662   | 64,70                  | 287                              | 24,38 | 2103                                      | 5,07  |
| 82                                 | 1385                        | 1,46                                    | 14                                   | 547                         | 1,30                                    | Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria | Administració pública | 2341                 | 1.953  | 1645  | 57,45      | 841   | 49,97 | 1122   | 7,85      | 189   | 75,12                  | 965                              | 19,05 | 271                                       | 10,24 |
| 17                                 | 267                         | 2,28                                    | 15                                   | 591                         | 1,28                                    | Hospital Universitari Germans Trias i Pujol                            | Salut                 | 1752                 | 2.904  | 3396  | 37,26      | 1732  | 36,19 | 437  | 10,88     | 1026  | 59,23                  | 897                              | 19,52 | 2525                                      | 4,10  |
| 35                                 | 704                         | 1,85                                    | 16                                   | 585                         | 1,28                                    | Institut d'Investigació Biomèdica de Bellvitge                         | Salut                 | 1539                 | 3.381  | 2993  | 45,84      | 803   | 50,55 | 369  | 11,42     | 183   | 75,36                  | 420                              | 22,80 | 924                                       | 7,87  |
| 103                                | 1690                        | 1,32                                    | 17                                   | 635                         | 1,25                                    | Universitat Politècnica de Catalunya                                   | Educació superior     | 341                  | 15.379 | 1167  | 60,73      | 708   | 52,35 | 2006   | 5,34      | 2124  | 43,20                  | 1630                             | 15,02 | 759                                       | 8,34  |
| 84                                 | 1388                        | 1,46                                    | 18                                   | 685                         | 1,23                                    | Universitat Rovira i Virgili   | Educació superior     | 914                  | 6.070  | 1509  | 58,30      | 948   | 48,37 | 1123   | 7,84      | 893   | 61,17                  | 948                              | 19,18 | 435                                       | 9,41  |
| 47                                 | 981                         | 1,68                                    | 19                                   | 736                         | 1,20                                    | Universitat Autònoma de Barcelona                                      | Educació superior     | 197                  | 22.457 | 2139  | 53,82      | 787   | 50,78 | 957  | 8,55      | 930   | 60,64                  | 915                              | 19,40 | 1067                                      | 7,53  |

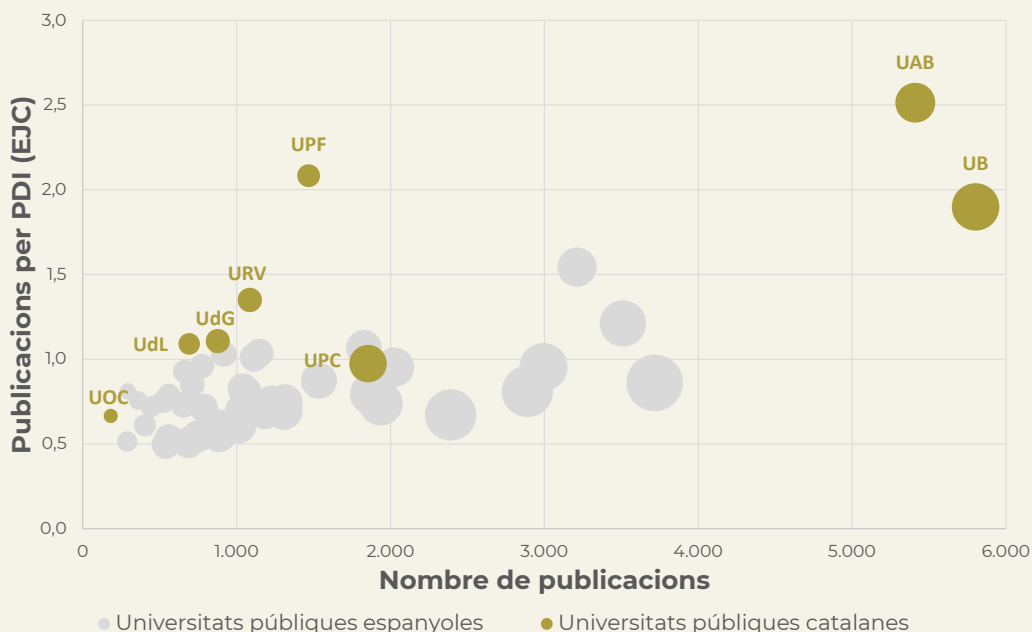


| Impacte normalitzat ponderat total |                             |   | Impacte normalitzat ponderat liderat |                             |   | Nom de les institucions amb producció científica  | Sector            | Producció científica |        | % de publicacions liderades per investigadors espanyols |            | % de publicacions signades en col·laboració internacional |       | Mitjana de citacions rebudes per document publicat |           | % de publicacions en revistes del primer quartil del seu camp |                        | % de publicacions d'excel·lència |       | % de publicacions d'excel·lència liderada |      |
|------------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|---|---|-------------------|----------------------|--------|---|------------|---|-------|--|-----------|---|------------------------|----------------------------------|-------|---|------|
| Posició en rànquing espanyol       | Posició en rànquing mundial | Valor sobre la mitjana del mundial (=1) | Posició en rànquing espanyol         | Posició en rànquing mundial | Valor sobre la mitjana del mundial (=1) |   |                   | Institució           | Sector | Posició en rànquing mundial                             | Nre. total | Posició en rànquing mundial                               | %lid  | Posició en rànquing mundial                        | %col.int. | Posició en rànquing mundial                                   | Citacions per document | Posició en rànquing mundial      | %Q1   | Posició en rànquing mundial               | %exc |
| 51                                 | 1020                        | 1,66                                    | 20                                   | 735                         | 1,20                                    | Universitat de Barcelona  | Educació superior | 145                  | 26.577 | 2460  | 51,60      | 607   | 54,17 | 787  | 9,22      | 643   | 65,15                  | 904                              | 19,45 | 1006                                      | 7,67 |
| 68                                 | 1178                        | 1,57                                    | 21                                   | 762                         | 1,20                                    | Universitat Ramon Llull   | Educació superior | 2279                 | 2.039  | 2641  | 50,12      | 783   | 50,91 | 1563   | 6,51      | 1356  | 54,19                  | 884                              | 19,62 | 1077                                      | 7,50 |
| 94                                 | 1603                        | 1,36                                    | 22                                   | 748                         | 1,20                                    | Universitat de Girona   | Educació superior | 1213                 | 4.433  | 1791  | 56,21      | 961   | 48,12 | 1384   | 7,03      | 1031  | 59,15                  | 1059                             | 18,43 | 550                                       | 8,98 |
| 95                                 | 1601                        | 1,36                                    | 23                                   | 778                         | 1,19                                    | Universitat Jaume I   | Educació superior | 1179                 | 4.557  | 1225  | 60,30      | 1317  | 42,77 | 1353   | 7,11      | 1307  | 54,86                  | 1115                             | 18,15 | 410                                       | 9,55 |
| 44                                 | 853                         | 1,76                                    | 24                                   | 795                         | 1,18                                    | Universidad Autónoma de Madrid  | Educació superior | 291                  | 17.210 | 2602  | 50,42      | 604   | 54,22 | 738  | 9,42      | 805   | 62,56                  | 631                              | 21,13 | 1009                                      | 7,66 |
| 104                                | 1730                        | 1,30                                    | 25                                   | 814                         | 1,18                                    | Centro de Investigación Biomédica en Red en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina | Salut             | 1838                 | 2.701  | 2571  | 50,76      | 915   | 48,87 | 1089   | 8,01      | 308   | 71,60                  | 1040                             | 18,55 | 542                                       | 9,03 |
| 106                                | 1729                        | 1,30                                    | 26                                   | 818                         | 1,17                                    | Universitat Politècnica de València   | Educació superior | 392                  | 14.036 | 831   | 63,96      | 1096  | 45,80 | 1863   | 5,69      | 1851  | 47,46                  | 1457                             | 16,03 | 465                                       | 9,29 |
| 101                                | 1693                        | 1,32                                    | 27                                   | 889                         | 1,15                                    | Universidad de La Rioja   | Educació superior | 2515                 | 1.776  | 1367  | 59,35      | 1493  | 39,86 | 1697   | 6,14      | 1311  | 54,79                  | 1742                             | 14,41 | 965                                       | 7,77 |
| 50                                 | 1012                        | 1,66                                    | 28                                   | 925                         | 1,13                                    | Universidad de Navarra  | Educació superior | 850                  | 6.675  | 1416  | 59,04      | 1321  | 42,64 | 935  | 8,64      | 1185  | 56,60                  | 977                              | 18,98 | 781                                       | 8,28 |
| 52                                 | 1017                        | 1,66                                    | 29                                   | 928                         | 1,13                                    | Universitat de les Illes Balears  | Educació superior | 1092                 | 5.006  | 1504  | 58,35      | 555   | 55,13 | 775  | 9,26      | 1030  | 59,17                  | 1174                             | 17,82 | 897                                       | 7,93 |
| 110                                | 1773                        | 1,28                                    | 30                                   | 987                         | 1,11                                    | Universitat de Lleida   | Educació superior | 1582                 | 3.268  | 1330  | 59,61      | 1340  | 42,44 | 1659   | 6,25      | 1081  | 58,54                  | 1236                             | 17,44 | 488                                       | 9,21 |
| 12                                 | 191                         | 2,44                                    | 31                                   | 1015                        | 1,10                                    | Hospital de la Santa Creu i Sant Pau  | Salut             | 1450                 | 3.620  | 3419  | 36,63      | 1586  | 38,45 | 288  | 12,34     | 905   | 60,99                  | 632                              | 21,13 | 2373                                      | 4,48 |

| Impacte normalitzat ponderat total |                             |   | Impacte normalitzat ponderat liderat |                             |   | Nom de les institucions amb producció científica                       | Sector                | Producció científica |        | % de publicacions liderades per investigadors espanyols |            | % de publicacions signades en col·laboració internacional |       | Mitjana de citacions rebudes per document publicat |           | % de publicacions en revistes del primer quartil del seu camp |                        | % de publicacions d'excel·lència |       | % de publicacions d'excel·lència liderada |      |
|------------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------------|----------------------|--------|---|------------|---|-------|--|-----------|---|------------------------|----------------------------------|-------|---|------|
| Posició en rànquing espanyol       | Posició en rànquing mundial | Valor sobre la mitjana del mundial (=1) | Posició en rànquing espanyol         | Posició en rànquing mundial | Valor sobre la mitjana del mundial (=1) |  |                       | Institució           | Sector | Posició en rànquing mundial                             | Nre. total | Posició en rànquing mundial                               | %lid  | Posició en rànquing mundial                        | %col.int. | Posició en rànquing mundial                                   | Citacions per document | Posició en rànquing mundial      | %Q1   | Posició en rànquing mundial               | %exc |
| 83                                 | 1395                        | 1,46                                    | 32                                   | 1038                        | 1,09                                    | Junta de Andalucía Sevilla   | Administració pública | 1502                 | 3.490  | 2278  | 52,84      | 1106  | 45,59 | 719  | 9,51      | 209   | 74,70                  | 1230                             | 17,48 | 1223                                      | 7,16 |
| 102                                | 1689                        | 1,32                                    | 33                                   | 1023                        | 1,09                                    | Universidad del País Vasco   | Educació superior     | 308                  | 16.357 | 1288  | 59,90      | 924   | 48,75 | 1362   | 7,08      | 1118  | 57,90                  | 1293                             | 17,08 | 747                                       | 8,37 |
| 120                                | 1935                        | 1,20                                    | 34                                   | 1028                        | 1,09                                    | Universidad Carlos III de Madrid                                       | Educació superior     | 739                  | 7.694  | 1046  | 61,85      | 737   | 51,77 | 2529   | 4,28      | 2035  | 44,68                  | 1675                             | 14,76 | 689                                       | 8,54 |
| 130                                | 2077                        | 1,14                                    | 35                                   | 1045                        | 1,09                                    | Deustuko Unibertsitatea  | Educació superior     | 2766                 | 1.561  | 326   | 71,49      | 1594  | 38,31 | 2815   | 3,76      | 2731  | 33,06                  | 2099                             | 12,62 | 823                                       | 8,14 |
| 28                                 | 540                         | 1,97                                    | 36                                   | 1061                        | 1,08                                    | Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas | Administració pública | 1327                 | 4.065  | 3441  | 35,65      | 175   | 69,94 | 516  | 10,46     | 933   | 60,62                  | 223                              | 25,46 | 2381                                      | 4,45 |
| 20                                 | 342                         | 2,18                                    | 37                                   | 1116                        | 1,06                                    | Hospital Universitari de Bellvitge                                     | Salut                 | 1469                 | 3.574  | 3386  | 37,69      | 1759  | 35,81 | 550  | 10,27     | 867   | 61,56                  | 788                              | 20,20 | 2322                                      | 4,62 |
| 81                                 | 1376                        | 1,47                                    | 38                                   | 1096                        | 1,06                                    | Universidad de Granada   | Educació superior     | 279                  | 17.607 | 1554  | 58,02      | 902   | 49,01 | 1284   | 7,32      | 1390  | 53,73                  | 1284                             | 17,12 | 1038                                      | 7,59 |
| 111                                | 1796                        | 1,27                                    | 39                                   | 1123                        | 1,05                                    | Universidad de Zaragoza  | Educació superior     | 464                  | 12.327 | 1346  | 59,49      | 1065  | 46,27 | 1571   | 6,48      | 1303  | 54,89                  | 1617                             | 15,07 | 1058                                      | 7,54 |
| 117                                | 1918                        | 1,21                                    | 40                                   | 1128                        | 1,05                                    | Universidad de Alcalá  | Educació superior     | 1058                 | 5.182  | 1797  | 56,18      | 1201  | 44,48 | 1716   | 6,07      | 1807  | 47,97                  | 1788                             | 14,16 | 1374                                      | 6,75 |
| 53                                 | 1025                        | 1,66                                    | 41                                   | 1143                        | 1,04                                    | Universitat de València  | Educació superior     | 261                  | 18.708 | 2286  | 52,78      | 844   | 49,94 | 898  | 8,77      | 1280  | 55,15                  | 1079                             | 18,33 | 1383                                      | 6,72 |

Quant a l'anàlisi de la producció científica i l'eficiència, els gràfics 8 i 9 i la taula 12 mostren el nombre de publicacions del personal docent i investigador (PDI) equivalent a jornada completa (EJC) de les universitats públiques espanyoles l'any 2018 i la seva evolució entre els anys 2014 i 2018, on destaquen les vuit universitats públiques catalanes. S'hi mostra que el nivell d'impacte de les universitats públiques catalanes és força superior al del conjunt d'universitats de l'Estat espanyol.

Gràfic 8. Publicacions per personal docent i investigador equivalent a jornada completa de les universitats públiques espanyoles (2018). Font: *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020* (ACUP)



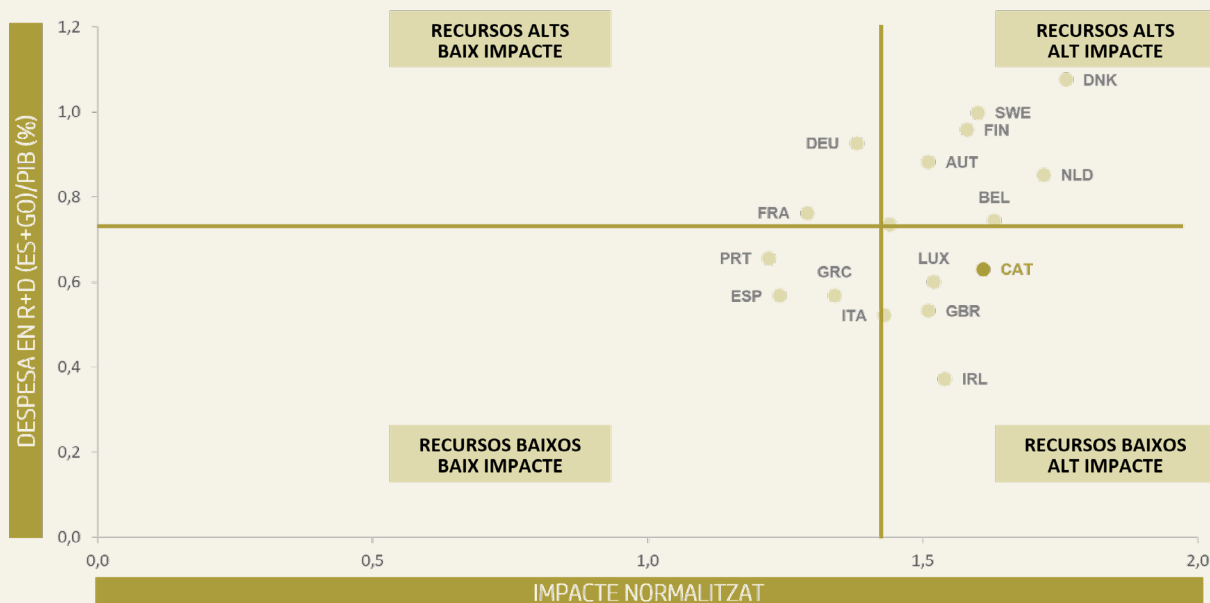
En aquest context es constata que la productivitat científica a les universitats públiques catalanes ha anat creixent al llarg dels darrers anys. Així, la producció per a l'any 2014 era de 1,33 publicacions per PDI, mentre que per a l'any 2018 havia crescut fins a 1,68, unes dades que dupliquen les de la resta de l'Estat espanyol.

Taula 12. Evolució de la ràtio de publicacions del personal docent i investigador equivalent a jornada completa (2014-2018). Font: *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020* (ACUP)

|   | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|------|------|------|------|------|
| Universitats públiques catalanes        | 1,33 | 1,37 | 1,46 | 1,51 | 1,68 |
| Universitats públiques espanyoles       | 0,79 | 0,8  | 0,84 | 0,85 | 0,94 |
| Universitats de l'Estat menys Catalunya | 0,7  | 0,71 | 0,73 | 0,74 | 0,82 |

Si es té en compte ara la despesa en recerca i desenvolupament (R+D) (educació superior i govern) respecte al PIB i impacte normalitzat de la producció científica als països de la UE-15 (2013-2017), es constata que el sistema de recerca català és un dels que té més impacte, malgrat que la despesa estigui per sota de la mitjana, ja que, trobant-se en el quadrant de països amb menys recursos de la mitjana, està per sobre de la mitjana d'impacte.

Gràfic 9. Despesa en recerca i desenvolupament (educació superior i govern) respecte al PIB i impacte normalitzat de la producció científica als països de la UE-15 (2013-2017). Font: *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020 (ACUP)*



### 4.3. Ciència oberta i repositoris

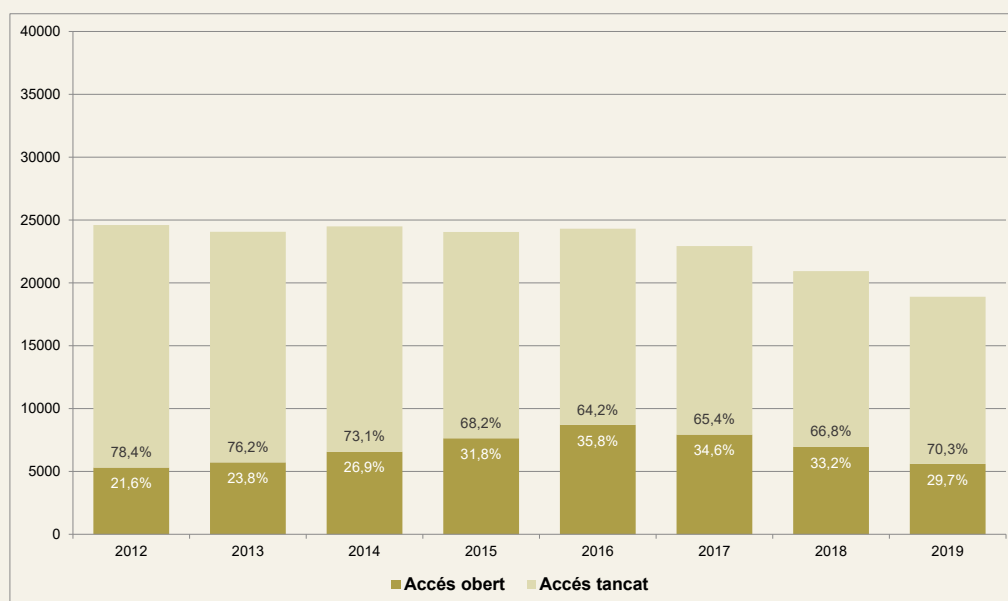
Cada dia es fa més evident la necessitat de generar i difondre el coneixement obert. I és que aquest no pot romandre com a patrimoni exclusiu de l'acadèmia i a revistes especialitzades, sinó que ha de beneficiar tots els actors de la societat, inclosa la ciutadania. A més, al segle XXI el coneixement no pot ser únicament accessible previ pagament, sinó que ha de ser considerat com a bé comú de totes les persones.

Tant a la taula 13 com al gràfic 10 es mostren les publicacions en accés obert, entre els anys 2012 i 2019, de les universitats públiques catalanes i, a la taula 14 i al gràfic 11, la de les universitats privades. Totes aquestes dades, recollides pel Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya (CSUC), mostren que l'accés obert encara és molt limitat a casa nostra i, que si bé va experimentar una tendència creixent entre els anys 2012 i 2016, en el cas de les universitats públiques i entre els anys 2012 i 2017, per a les universitats privades, després es va invertir.

Taula 13. Publicacions científiques a accés obert de les universitats públiques (2012-2019). Font: elaboració pròpia a partir de dades del Portal de la Recerca de Catalunya (PRC)

| Total Univ. Públiques             | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Articles PRC                      | 14.609 | 14.744 | 15.076 | 14.919 | 14.649 | 14.247 | 13.474 | 12.353 |
| Llibres PRC                       | 1.116  | 1.028  | 1.015  | 1.017  | 940    | 891    | 748    | 795    |
| Capítol de llibre                 | 7.276  | 6.684  | 6.615  | 6.123  | 6.037  | 5.628  | 5.393  | 4.532  |
| Tesis al PRC                      | 1.602  | 1.610  | 1.791  | 2.000  | 2.693  | 2.165  | 1.327  | 1.216  |
| Articles PRC Accés Obert          | 3.087  | 3.425  | 4.129  | 5.065  | 5.649  | 5.610  | 5.319  | 4.392  |
| Llibres PRC Accés Obert           | 42     | 53     | 37     | 38     | 48     | 33     | 25     | 31     |
| Capítol de llibre PRC Accés Obert | 1.024  | 935    | 922    | 884    | 909    | 828    | 730    | 619    |
| Tesis PRC Accés Obert             | 1.159  | 1.315  | 1.490  | 1.656  | 2.104  | 1.467  | 888    | 563    |

Gràfic 10. Publicacions científiques a accés obert de les universitats públiques (2012-2019).  
Font: elaboració pròpia a partir de dades del Portal de la Recerca de Catalunya (PRC)

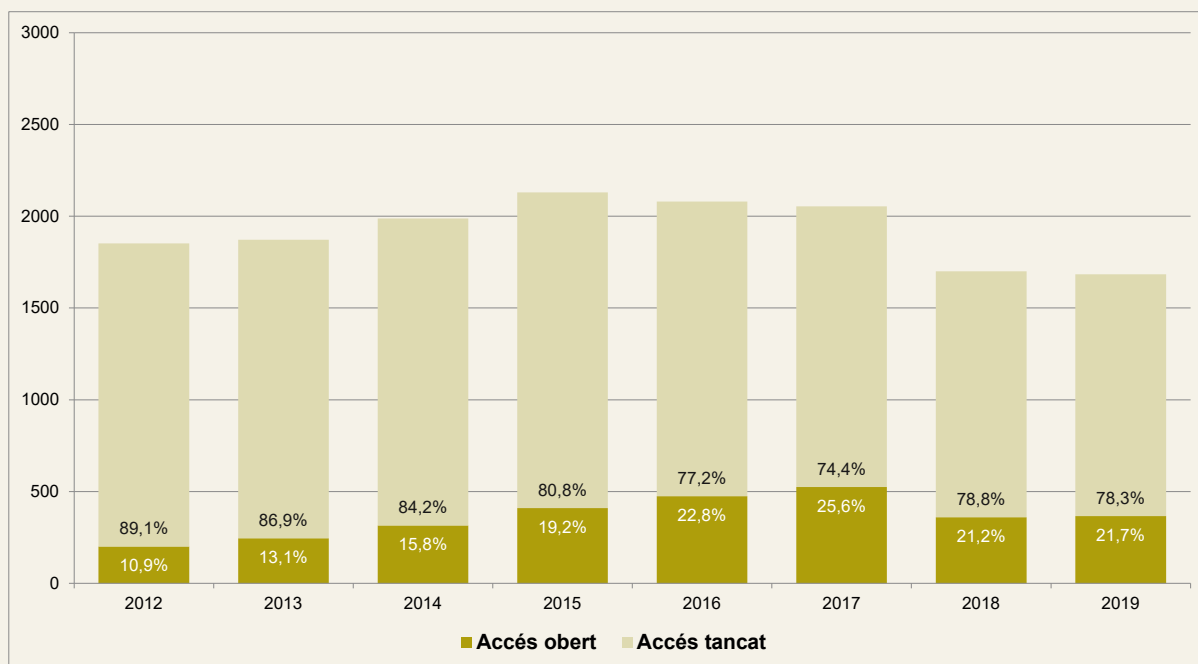


Taula 14. Publicacions científiques a accés obert de les universitats privades (2012-2019).  
Font: elaboració pròpia a partir de dades del Portal de la Recerca de Catalunya (PRC)

| Total Univ. Privades (UVic, URL, UIC, UAO) | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Articles PRC                               | 1.135 | 1.244 | 1.297 | 1.398 | 1.349 | 1.319 | 1.183 | 1.231 |
| Llibres PRC                                | 187   | 172   | 159   | 182   | 161   | 144   | 121   | 99    |
| Capítol de llibre                          | 438   | 369   | 401   | 385   | 346   | 331   | 309   | 286   |
| Tesis al PRC                               | 92    | 87    | 131   | 165   | 224   | 260   | 87    | 68    |
| Articles PRC Accés Obert                   | 130   | 166   | 207   | 273   | 301   | 357   | 308   | 348   |
| Llibres PRC Accés Obert                    | 4     | 5     | 4     | 6     | 1     | 3     | 5     | 1     |
| Capítol de llibre PRC Accés Obert          | 4     | 4     | 5     | 7     | 10    | 6     | 5     | 4     |
| Tesis PRC Accés Obert                      | 63    | 70    | 99    | 124   | 163   | 159   | 42    | 13    |

Gràfic 11. Publicacions científiques a accés obert de les universitats privades (2012-2019).

Font: elaboració pròpia a partir de dades del Portal de la Recerca de Catalunya (PRC)



## 5. Transferència i innovació a les universitats catalanes

La tercera missió de la universitat expressa la importància clau de les institucions universitàries en el desenvolupament social i econòmic. Així, en aquest capítol s'analitzen alguns indicadors relacionats amb la transferència de coneixements com ara les sol·licituds de patents (prioritàries i derivades), la creació de *spin-offs* i el desenvolupament de convenis entre les universitats i les empreses/institucions.

S'observa que, en línia amb la coneguda com a "paradoxa europea", per la qual el continent és robust en la generació de ciència bàsica, però, certament feble en la translació de la ciència en valor social i competitivitat del teixit empresarial, Catalunya necessita millorar els seus resultats en aquest àmbit.

Per fer-ho caldrà, des de la perspectiva de les polítiques públiques, una clara prioritització, per part del Govern de Catalunya i de les mateixes universitats, de la política de foment de la innovació i de la transferència de coneixements entre universitats i empreses, tal com s'ha fet en l'àrea de la recerca científica. Evidentment, serà necessari tornar a incrementar els pressupostos públics reduïts durant els anys de la crisi economicofinancera del 2008 i prioritzar-ne l'enfocament cap a la innovació i la creació de valor social i econòmic, tal com es va acordar i aprovar en el PN@SC.

Malauradament, avui la innovació i la transferència a la universitat les fan uns pocs grups, de vegades com a activitat complementària o afegida a la principal, sense obtenir el reconeixement i la valoració en la carrera acadèmica del personal docent i investigador (PDI) que pertocaria per la seva importància. Tot això, malgrat els esforços de la Comissió Avaluadora de l'Activitat Investigadora de l'Estat espanyol per incloure-hi, des del 2010, un indicador de transferència i innovació en l'avaluació dels sexennis de recerca.

Es fa imprescindible, així doncs, desregular, desburocratitzar i generar incentius i programes que afavoreixin el virtuós transvasament de coneixement entre les universitats i les empreses, i viceversa.

El nombre de patents prioritàries i derivades de les universitats públiques catalanes ha anat creixent al llarg dels darrers anys: des de 130 patents l'any 2010 fins a les 229, l'any 2019. En total, s'han sol·licitat 2.348 patents en tot el període. Són dades prou rellevants en el context europeu, malgrat el marge de millora possible.

Taula 15. Sol·licituds de patents de les universitats públiques catalanes (excepte UOC) (2010-2019).  
Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

|       | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total període |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| UB    | 28   | 40   | 54   | 43   | 52   | 88   | 76   | 79   | 69   | 108  | 637           |
| UAB   | 43   | 95   | 63   | 29   | 41   | 85   | 71   | 28   | 39   | 11   | 505           |
| UPC   | 49   | 109  | 112  | 97   | 73   | 74   | 58   | 64   | 77   | 49   | 762           |
| UPF   | 3    | 7    | 7    | 12   | 7    | 16   | 6    | 6    | 10   | 21   | 95            |
| UdG   | 1    | 5    | 6    | 6    | 6    | 10   | 16   | 4    | 18   | 3    | 75            |
| UdL   | 2    | 1    | 4    | 10   | 3    | 12   | 7    | 9    | 23   | 7    | 78            |
| URV   | 4    | 6    | 11   | 21   | 15   | 16   | 18   | 23   | 52   | 30   | 196           |
| Total | 130  | 263  | 257  | 218  | 197  | 301  | 252  | 213  | 288  | 229  | 2348          |

Actualment, hi ha 123 *spin-offs* vigents a les universitats públiques catalanes. El nombre de *spin-offs* creades ha oscil·lat entre les 8 (2019) i les 18 (2013).

Taula 16. *Spin-offs* creades per les universitats públiques (excepte UOC) (2010-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

|               | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total període |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| UB            | 2    | 3    | 3    | 5    | 1    | 5    | 1    | 1    | 2    | 2    | 25            |
| UAB           | 4    | 4    | 6    | 2    | 1    | 1    | 2    | 3    |      |      | 23            |
| UPC           | 6    | 4    | 6    | 6    | 2    | 5    | 4    | 1    | 9    | 2    | 45            |
| UPF           |      | 1    |      | 1    | 2    |      |      |      |      | 2    | 6             |
| UdG           |      | 1    | 1    |      | 1    |      | 3    |      | 1    |      | 7             |
| UdL           |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      | 1             |
| URV           | 2    | 2    |      | 3    | 2    | 1    |      | 4    |      | 2    | 16            |
| Total general | 14   | 15   | 16   | 18   | 9    | 12   | 10   | 9    | 12   | 8    | 123           |

Pel que fa a les universitats privades, s'han generat 19 patents, i s'han creat 19 *start-ups* i 3 *spin-offs*.

### Convenis amb empreses i institucions

Un indicador rellevant a l'hora d'analitzar la transferència de coneixement i la innovació en el si de les universitats és el dels convenis i recursos captats amb empreses i institucions de tot tipus. Les dades dels darrers anys ens mostren que, entre un 20% i un 28% del total de fons captats per a l'R+D per part de les universitats públiques, provenen de l'àmbit empresarial. Així, la mitjana del període 2016-2019 és del 23,43% de fons privats.

Taula 17. Recursos captats per a R+D per les universitats públiques segons l'origen, sector públic i privat (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

| Any             | PÚBLIC      | PRIVAT     | TOTAL       | PÚBLIC | PRIVAT |
|-----------------|-------------|------------|-------------|--------|--------|
| 2016            | 270.585.560 | 72.085.910 | 342.671.470 | 78,96% | 21,04% |
| 2017            | 189.468.303 | 74.303.052 | 263.771.355 | 71,83% | 28,17% |
| 2018            | 261.459.476 | 80.443.533 | 341.903.009 | 76,47% | 23,53% |
| 2019            | 260.056.574 | 68.865.710 | 328.922.284 | 79,06% | 20,94% |
| MITJANA PERÍODE | 245.224.674 | 73.910.958 | 319.135.632 | 76,57% | 23,43% |

També és interessant analitzar les empreses derivades actives i les càtedres universitat-empresa-societat a les universitats, que mostren la capacitat i vitalitat del treball conjunt entre empreses i universitats. Mentre que les càtedres es mantenen força estables durant els anys 2014-2018, les empreses derivades s'han incrementat de manera sostinguda durant el mateix període. També és interessant analitzar les empreses derivades actives i les càtedres universitat-empresa-societat a les universitats, que mostren la capacitat i vitalitat del treball conjunt entre empreses i universitats. Mentre que les càtedres es mantenen força estables durant els anys 2014-2018, les empreses derivades s'han incrementat de manera sostinguda durant el mateix període.

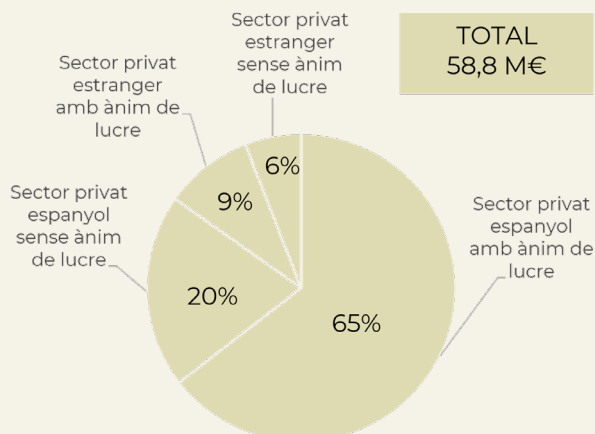
Taula 18. Empreses derivades actives i càtedres universitat-empresa-societat vigents a les universitats públiques (2014-2018). Font: *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020 (ACUP)*

|       | Empreses derivades |      |      |      |      | Càtedres |      |      |      |      |
|-------|--------------------|------|------|------|------|----------|------|------|------|------|
|       | 2014               | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2014     | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| UB    | 21                 | 24   | 24   | 25   | 26   | 19       | 19   | 20   | 19   | 23   |
| UAB   | 13                 | 14   | 15   | 18   | 18   | 19       | 3    | 1    | 1    | 0    |
| UPC   | 41                 | 46   | 50   | 51   | 58   | 15       | 15   | 12   | 12   | 13   |
| UPF   | 7                  | 7    | 7    | 6    | 6    | 5        | 2    | 2    | 4    | 5    |
| UdG   | 8                  | 8    | 11   | 11   | 12   | 9        | 9    | 9    | 9    | 9    |
| UdL   | 2                  | 2    | 2    | 2    | 2    | 11       | 16   | 18   | 19   | 19   |
| URV   | 14                 | 15   | 12   | 14   | 12   | 12       | 16   | 20   | 21   | 20   |
| UOC   | 1                  | 2    | 2    | 2    | 3    | 0        | 5    | 7    | 7    | 7    |
| Total | 107                | 118  | 123  | 129  | 137  | 90       | 85   | 89   | 92   | 96   |

Finalment, al gràfic 12 es pot veure com els fons privats per a l'activitat de recerca a les universitats provenen majoritàriament d'empreses espanyoles (65% del sector privat amb ànim de lucre, i 20% del sector privat sense ànim de lucre), mentre que la participació d'empreses d'altres països significa el 15% restant.



Gràfic 12. Aportació del sector privat al finançament de la recerca del sistema universitari públic segons la procedència i la finalitat de l'entitat contribuïdora (2018). Font: *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020* (ACUP)



## 6. Internacionalització i participació en projectes de recerca i innovació europeus

En aquest apartat s'analitza el grau d'internacionalització de la recerca a les universitats públiques catalanes, ja que per al conjunt de les universitats privades, no es disposa, de moment, del nivell de dades necessari per a poder fer aquesta anàlisi. S'examina la captació de recursos a través de projectes europeus emmarcats en el programa Horitzó 2020 i de convocatòries del Consell Europeu de Recerca, així com el grau d'internacionalització dels investigadors i dels investigadors en formació.

A la taula 19 es pot veure com, a l'àmbit europeu, les universitats públiques catalanes han captat un total de 269.192.170,17 € del programa marc Horitzó 2020 durant el període 2015-2019.

Taula 19. Fons captats del programa marc Horitzó 2020 per universitat (2015-2019). Font: AGAUR

| Universitat   | 2015          | 2016          | 2017          | 2018          | 2019          |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| UB            | 11.529.783,97 | 12.524.918,20 | 10.381.311,65 | 9.313.663,26  | 12.567.065,46 |
| UAB           | 10.098.160,98 | 13.542.856,73 | 8.735.913,98  | 8.157.229,13  | 12.692.953,42 |
| UPC           | 2.499.236,62  | 2.006.857,50  | 1.844.797,20  | 2.655.881,23  | 1.635.706,48  |
| UPF           | 2.563.787,85  | 602.931,00    | 984.277,00    | 552.500,00    | 756.364,88    |
| UdG           | 1.608.870,95  | 1.800.507,17  | 805.320,51    | 1.768.332,50  | 747.396,01    |
| UdL           | 14.886.610,35 | 20.002.116,91 | 14.061.629,91 | 5.264.177,87  | 12.199.040,35 |
| URV           | 11.487.885,15 | 7.551.210,68  | 18.316.568,15 | 12.698.016,29 | 8.233.980,78  |
| UOC           | 2.400.459,50  | 5.126.877,96  | 2.070.976,71  | 1.464.271,25  | 1.051.724,63  |
| Total general | 57.074.795,37 | 63.158.276,15 | 57.200.795,11 | 41.874.071,53 | 49.884.232,01 |

Segons l'informe publicat per l'AGAUR el gener de 2021,<sup>6</sup> el sistema científic català ha rebut 379 ajuts del Consell Europeu de Recerca en les convocatòries del període 2007-2020, una dada que representa el 53% del global de l'Estat espanyol i un 3,2% de l'Àrea Europea de Recerca (ERA). Aquests ajuts es distribueixen de la manera següent: 128 *Starting Grants*, 84 *Advanced Grants*, 81 *Consolidator Grants*, 83 *Proof of Concept*, i 3 *Energy Grants*. Catalunya es situa, així, en la quarta posició dels països de l'ERA, i en segona posició dels Estats membres de la UE, pel que fa al nombre d'ajuts per milió d'habitants. Cal destacar que un 35,5% d'aquests 379 ajuts han estat concedits a investigadors de les universitats.

Pel que fa al percentatge d'internacionalització del personal d'R+D a les universitats públiques catalanes, s'observa que l'any 2019 la mitjana era d'un 10,2%. S'exclou d'aquest càlcul el personal finançat per programes com ara ICREA, Beatriu de Pinós, Marie Curie, Ramón y Cajal i Juan de la Cierva.

Taula 20. Personal d'R+D de les universitats públiques (excepte UOC) provinents de la resta de l'Estat espanyol i d'altres països (2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

| Univ. | Nombre | CAT    | ES     | Resta d'EUROPA | ÀFRICA | AMÈRICA | ÀSIA I OCEANIA | SUBTOTAL INTERNACION. | SUBTOTAL INTERNACION. |
|-------|--------|--------|--------|----------------|--------|---------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| UB    | 2.458  | 81,40% | 12,10% | 3,70%          | 0,30%  | 2,10%   | 0,40%          | 6,50%                 | 21,00%                |
| UAB   | 1.884  | 70,40% | 17,80% | 6,10%          | 0,20%  | 4,80%   | 0,70%          | 11,80%                | 25,38%                |
| UPC   | 1.646  | 72,00% | 17,60% | 3,60%          | 0,20%  | 4,90%   | 1,70%          | 10,40%                | 46,34%                |
| UPF   | 674    | 53,90% | 20,90% | 15,90%         | 0,30%  | 7,70%   | 1,30%          | 25,20%                | 51,02%                |
| UdG   | 594    | 82,80% | 12,10% | 2,90%          |        | 2,20%   |                | 5,10%                 | 26,46%                |
| UdL   | 549    | 75,20% | 22,20% | 1,10%          |        | 1,10%   | 0,40%          | 2,60%                 | 17,69%                |
| URV   | 725    | 67,40% | 18,80% | 6,30%          | 0,80%  | 5,40%   | 1,20%          | 13,80%                | 50,00%                |
| Total | 8.530  | 73,50% | 16,30% | 5,20%          | 0,30%  | 3,90%   | 0,80%          | 10,20%                | 32,90%                |

Finalment, pel que fa al percentatge d'internacionalització del personal d'R+D en formació a les universitats públiques catalanes, es constata que l'any 2019 la mitjana era força superior (32,90%).

Taula 21. Investigadors en formació de les universitats públiques (excepte UOC) provinents de la resta de l'Estat espanyol i d'altres països (2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya

| Univ. | Nombre | CAT    | ES     | Resta d'EUROPA | AFRICA | AMERICA | ÀSIA I OCEANIA | ND    | SUBTOTAL INTERNACION. |
|-------|--------|--------|--------|----------------|--------|---------|----------------|-------|-----------------------|
| UB    | 738    | 55,00% | 24,00% | 9,90%          | 1,10%  | 7,90%   | 2,20%          |       | 21,00%                |
| UAB   | 654    | 51,70% | 22,90% | 11,60%         | 0,50%  | 8,10%   | 5,20%          |       | 25,38%                |
| UPC   | 328    | 34,80% | 18,90% | 13,10%         | 1,80%  | 11,90%  | 15,50%         | 4,00% | 46,34%                |
| UPF   | 441    | 31,30% | 17,70% | 22,20%         | 0,90%  | 17,20%  | 10,70%         |       | 51,02%                |
| UdG   | 189    | 64,00% | 9,50%  | 6,90%          | 2,10%  | 13,20%  | 4,20%          |       | 26,46%                |
| UdL   | 147    | 50,30% | 32,00% | 6,80%          | 0,00%  | 6,80%   | 3,40%          | 0,70% | 17,69%                |
| URV   | 278    | 36,30% | 13,70% | 11,20%         | 5,80%  | 15,80%  | 16,50%         | 0,70% | 50,00%                |
| Total | 2.775  | 46,60% | 20,50% | 12,40%         | 1,50%  | 11,00%  | 7,50%          | 0,60% | 32,90%                |

<sup>6</sup> AGAUR (2021).

## 7. Valoració de l'estat de la recerca a les universitats catalanes. Principals conclusions

La recerca científica a les universitats catalanes mostra, els darrers anys, una situació paradoxal. D'una banda, s'obtenen uns resultats més que meritoris a escala espanyola i europea, però, de l'altra, el sistema mostra signes d'esgotament i problemes estructurals greus que posen en perill el seu futur a mitjà i llarg termini.

Efectivament, la recerca universitària, com s'ha vist al llarg del capítol, es mostra dinàmica tant en la publicació científica com en la gestió de projectes de recerca i la formació d'investigadors i, sobretot, es mostra molt eficient. Amb uns recursos encara més que escassos i a la part baixa de la inversió europea, s'obté un impacte i una producció científica significativa. Fins i tot en un àmbit tan competitiu com són els programes europeus de recerca i els ajuts del Consell Europeu de Recerca, la capacitat de les universitats catalanes, principalment les públiques, és més que rellevant. L'àmbit on, malgrat la millora, cal esmerçar més atenció i esforços, és en el de la transferència de coneixement i la innovació, per tal que la recerca científica de les universitats provoqui col·laboracions amb empreses i institucions de tot tipus, dimensió i àrea, i reverteixi en la creació de valor econòmic i social.

En aquest context, en els darrers dos anys es donen tres condicions de contorn certament favorables ja comentades anteriorment: l'aprovació recent del Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement (fruit d'un ampli consens econòmic, social i polític); la constitució del Departament de Recerca i Universitats en el si del nou Govern de Catalunya; i la posada en marxa de l'ambiciosa estratègia europea European Green Deal i els projectes Next Generation-EU. Cal afegir-hi també la probable aprovació en els propers mesos de la llei de la ciència a Catalunya, l'avantprojecte de la qual s'ha aprovat recentment.

Malgrat aquests resultats, certament positius, s'arrossega una dècada d'estancament greu en els recursos públics invertits a les universitats i la recerca científica. L'impacte de la crisi economicofinancera de l'any 2008 ha estat gran i, justament quan semblava que es començava a superar, ha esdevingut la pandèmia de la covid-19, en què encara ens trobem immersos.

Els dèficits, analitzats al llarg d'aquest capítol, es poden agrupar en tres grans blocs: els professionals, el finançament i les capacitats organitzatives.

En l'àmbit dels professionals, s'ha mostrat la gravetat de l'envelliment de les plantilles de personal docent i investigador, la reducció d'efectius i l'extrema dificultat per als joves d'iniciar i consolidar una carrera professional digna. Així mateix, s'ha evidenciat com el talent femení perd oportunitats, a mesura que es desenvolupa la carrera professional, a causa de la fatal combinació d'una carrera molt exigent i competitiva i d'una conciliació més que difícil. En aquesta línia, s'entén que caldria fer una aposta decidida des dels poders públics per revertir aquesta greu situació i fer créixer, de nou, les plantilles i permetre el rejuveniment i les oportunitats per als qui inicien la carrera investigadora, així com afavorir el talent femení amb mesures específiques. Finalment, caldria internacionalitzar més les plantilles de cara a fomentar la captació i retenció de talent internacional.

En l'àmbit del finançament, s'ha analitzat la reducció de la inversió pública en matèria d'universitats i recerca a la darrera dècada, la manca d'un finançament basal per al foment de la ciència en el si de les universitats i la gairebé desaparició, en els darrers deu anys, del Pla d'Infraestructures Universitàries (PIU) de la Generalitat de Catalunya. Tot i així, les universitats catalanes han obtinguts resultats més que meritoris en la captació de fons competitius, tant a l'àmbit espanyol com europeu. Però aquesta realitat, certament positiva, s'estancarà en breu si no s'inverteix, novament i de forma significativa, en ciència i coneixement.

D'altra banda, en l'àmbit organitzatiu, s'evidencia la manca d'autonomia de gestió de les universitats públiques, sotmeses a processos creixents de supervisió i control en els darrers anys (control del dèficit públic, normativa de contractació, restriccions en l'àmbit de la gestió pública i la gestió universitària, etc.). En aquesta línia, cal una aposta política per una major autonomia institucional i de gestió de les universitats, que les alliberi de controls ex ante i de procediments que no creen valor afegit i els permeti desenvolupar-se en millors condicions en el panorama global del coneixement i la recerca científica. Caldria seguir treballant per intensificar la contribució de les universitats privades al sistema de recerca i innovació. Finalment, també caldria millorar la incardinació i col·laboració entre les universitats i els centres de recerca, fomentar la interdisciplinarietat, afavorir la ciència oberta i promoure una recerca que es dugui terme amb la societat i per a la societat.

## Capítol II: Ciència i recerca no universitària

Josep Samitier Martí

## Resum executiu

En aquest capítol s'intenta recollir l'activitat de recerca d'entitats públiques i privades no universitàries. Això inclou l'activitat dels centres de recerca CERCA, dels instituts CSIC a Catalunya, els centres vinculats a infraestructures científiques singulars, els centres tecnològics, centres vinculats a entitats privades 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, tanmateix, 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 situen com un dels sistemes més eficients i productius a escala internacional. Això s'ha aconseguit amb una inversió pública molt moderada, que ara resulta insuficient, ja que a causa de la crisi econòmica, ha estat molts anys sense incrementar-se. El sistema CERCA ha anat evolucionant i madurant, la qual cosa implica un increment de necessitats. Els resultats d'excel·lència en generació de coneixement que es mostren són, principalment, deguts a un gran esforç continuat de tot el sistema, una gestió orientada a la recerca i a la transferència i 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 pel fet de no comptar amb una llei de la ciència (actualment en procés de discussió al Parlament de Catalunya), que donés cobertura administrativa al sistema de recerca de Catalunya i permetés dotar-lo d'eines de gestió, adaptades a l'entorn de la recerca, tot garantint una autonomia de funcionament i una disminució de la burocràcia, que eviti els processos i controls administratius que no estan adreçats a la millora de la qualitat i dels resultats.

El capítol mostra també les contribucions dels centres CSIC, que tenen un pes inferior a Catalunya si ho comparem amb altres comunitats autònomes, i un sistema de centres tecnològics encara per consolidar pel que fa a l'impacte en la recerca orientada, la innovació i la translació de resultats al sector productiu. Entre els centres o unitats de caràcter estatal, vinculats a infraestructures científiques, destaquen els resultats assolits pel Barcelona Supercomputing Center, que pertany a la xarxa del Centro Nacional de Supercomputación. En referència a la recerca efectuada pel sector industrial, es constata un dèficit d'inversió en R+D, segurament accentuat per l'estructura del teixit industrial català format per pimes i micropimes. Ara bé, en els darrers anys s'observa una gran capacitat de generació de noves empreses i *start-ups* en sectors tecnològics molt innovadors que, amb un procés de suport i consolidació, haurien de permetre en un futur proper, una reindustrialització de l'economia catalana.

L'impacte de la crisi economicofinancera de l'any 2008 i següents també ha debilitat la capacitat del sistema de recerca i innovació no universitària, tot fent que es detecti, 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 per al període 2020-2023 en el Pacte Nacional pel Coneixement, signat l'any 2020.

# 1. Actors de l'activitat de recerca i innovació no universitària: algunes consideracions

Quan parlem de ciència i recerca no universitària, estem considerant un ventall d'entitats molt ampli 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 el de les ciències socials o les ciències mediambientals, lligades 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 no universitària serien les que es detallen a continuació:

- ▶ Centres de Recerca (CR): considerats com a entitats amb personalitat jurídica que tenen com a missió fonamental general i produir ciència, i que han estat reconeguts per la seva qualitat per alguna agència, o que compten amb el suport d'entitats públiques. En aquest bloc es consideraran i analitzaran els centres CERCA que estan formats per entitats de caràcter públic i privat sense ànim de lucre; els instituts del CSIC ubicats a Catalunya; 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 de recerca CERCA agrupats al voltant de la denominació "Barcelona Institute of Science and Technology (BIST)".
- ▶ Altres Centres de Recerca (ACR): conjunt de centres que no pertanyen o 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 Guttman 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 (ESR): 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; 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. Com a exemples, es poden esmentar el Servei Meteorològic de Catalunya, la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), el Banc de Sang i Teixits, 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 en el si de les institucions. Aquells treballs tenen moltes vegades un marcat lligam amb la geografia o la història dels territoris on tenen les seves arrels. Com que no existeixen dades agregades de l'activitat, en aquest informe no se n'ha analitzat la contribució a la ciència i la recerca de Catalunya.

- ▶ Centres Tecnològics (CT): 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.<sup>7</sup> La xarxa TECNIO està formada per 56 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), Ecopol 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 pel Desenvolupament Tecnològic Industrial (CDTI). Les altres 4, sorgides com a *start-ups* al seu moment, han desenvolupat tasques d'R+D amb orientació industrial. D'altra banda, a la memòria de la *Federación de Centros Tecnológicos de España* (FEDIT), que agrupa 35 centres tecnològics, s'observa que apareixen 3 centres a Catalunya: Leitat, Eurecat i un tercer adscrit a la UPC, CIT-UPC, que hi inclou els centres TECNIO de la UPC.<sup>8</sup>
- ▶ Centres o departaments de recerca promoguts i recolzats pel sector empresarial (CP) 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 concret, s'han analitzat les informacions disponibles, a partir de les activitats dels clústers i dels informes sectorials, que s'han anat elaborant des d'alguns sectors més relacionats amb la innovació industrial i les noves tecnologies.

En definitiva, per a cada bloc de l'informe, es tractarà d'analitzar les dades o les informacions disponibles de cada una d'aquestes tipologies i, en el seu cas, s'indicarà 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.

## 2. Recursos econòmics per a la recerca i la innovació en l'àmbit no universitari

D'acord amb les dades d'Eurostat,<sup>9</sup> a Europa el 2016 la inversió en R+D+I va ser del 2,03% respecte del PIB (i del 2,04%, el 2015), molt lluny de l'objectiu del 3% establert per al 2020. Aquests percentatges queden força lluny de la inversió dels Estats Units (2,79%, el 2015) o del Japó (3,29%, el 2015). En els darrers anys, Europa ha vist com també la Xina l'ha superada (2,07%, el 2015). A l'Estat espanyol, la inversió en R+D+I ha estat molt inferior (1,185%, el 2016; 1,21%, el 2017; i 1,24%, el 2018),<sup>10</sup> tot destinant 6.461 M€ des del sector públic i 8.484 M€, des del sector privat. Tot el sector industrial estatal ha invertit una quantitat semblant que el de Bèlgica durant el mateix període d'anys, essent aquest darrer un país quatre vegades més petit.<sup>11</sup>

Segons dades d'Eurostat (2018) a Catalunya es van destinar un total de 3.513 M€ a recerca i innovació (1.351 M€ del sector públic i 2.162 M€ del sector privat). Si es compara Catalunya amb Bèlgica, resulta que s'han invertit 3.644 M€ (2,7 vegades més) d'euros en la part pública i 8.663 en la privada (4 vegades més). La quantitat de Catalunya és molt similar a la invertida per Txèquia (1.515 M€ públics i 2.440 M€ privats). Les dades de 2019 publicades recentment per ACCIÓ (2021)<sup>12</sup> indiquen un creixement a Catalunya del 2,4% fins arribar als 3.597 M€. Aquest creixement és inferior a la UE-28 (4,5%) i al conjunt de l'Estat espanyol (4,2%).

Catalunya està sensiblement per damunt de la mitjana espanyola en inversió en R+D+I (1,45%, el 2016; 1,47%, el 2017; i 1,52%, el 2018), però lluny de les dades de la UE-28 i, encara més, dels seus països capdavanters (amb valors que oscil·len entre el 2,5% i el 3,3%). Per comunitats autònomes, Catalunya representa el 23,1% de la despesa estatal i es situa per darrera de la comunitat de Madrid, amb el 26,3%.

<sup>7</sup> <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/innovacio/tecnologia-per-a-lempresa/tecnio/>.

<sup>8</sup> FEDIT (2020).

<sup>9</sup> <https://som.fundaciorecerca.cat/dashboard>.

<sup>10</sup> <https://services.icono.fecyt.es/indicadores/Paginas/default.aspx?ind=134&idPanel=1#>.

<sup>11</sup> Bèlgica, amb 11,6 milions d'habitants; Txèquia amb 10,65 milions d'habitants; Catalunya, amb 7,5 milions d'habitants; i Espanya, amb 47 milions d'habitants.

<sup>12</sup> ACCIÓ (2021a).

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 de l'any 2018, la inversió executada per l'Estat espanyol en R+D+I va ser de 6.675 M€ el 2009, mentre que el 2017 era de 1.376 M€, un 80% inferior.<sup>13</sup>

Aquest fet ha repercutit fortament a Catalunya on la despesa pública estatal en R+D ha passat dels 541,52 M€ (2009) als 348,34 M€ (2016), amb una disminució de gairebé 200 M€ anuals. Aquesta disminució ha estat molt superior a la que ha tingut el pressupost destinat a recerca de la Generalitat de Catalunya durant el mateix període, que ha passat de 673,94 M€ a 619,06 M€ (54 M€). Això s'ha traduït en una reducció important dels fons que les entitats de recerca han pogut captar per al desenvolupament de projectes, en el marc dels plans nacionals d'R+D. Això només s'ha vist parcialment compensat per l'increment significatiu que els grups de recerca de les institucions catalanes han pogut obtenir dels fons europeus.

## 2.1 Centres de recerca

### **Centres CERCA, centres de recerca de Catalunya**

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 42 per la incorporació de 3 nous centres després de superar un procés d'avaluació. Tot considerant les dades consolidades del 2019 sobre els 39 centres de recerca, aquests gestionen directament un pressupost de 480 M€. D'aquests 480 M€, 128 corresponen a dotacions basals<sup>14</sup> que diferents departaments de la Generalitat fan als centres CERCA. S'ha de distingir entre la gestió directa del pressupost d'aquestes entitats i la dels actius totals que mobilitzen, que hi inclouren les aportacions indirectes efectuades per les entitats que formen part del consorci o patronat de la fundació (com són les universitats a través de professors universitaris adscrits, investigadors 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 3,75 euros 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 assenyalar que els centres no destinen l'aportació basal dels diferents departaments de la Generalitat als centres de recerca a les mateixes necessitats. 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. No obstant això, entre centres del mateix àmbit temàtic es poden trobar variacions de 23 punts percentuals que no correlacionen amb variables objectivables, com podria ser disposar d'edifici propi o no.

Tot això fa que sigui molt necessari que es faci, d'una banda, una anàlisi acurada del sistema d'assignació de recursos basals als centres de recerca CERCA i que, de l'altra, s'estableixi, quan les disponibilitats pressupostàries ho permetin, un sistema de finançament basal que faciliti corregir simultàniament, en un termini curt de temps, aquestes diferències que obeeixen a situacions històriques ja obsoletes. Així mateix, cal mantenir una evolució pressupostària per a tots els centres de recerca, segons els resultats dels processos d'avaluació.

<sup>13</sup> Cotec (2018).

<sup>14</sup> Reunió I-CERCA amb directors CERCA, 14 de febrer 2020.



Des del punt de vista de recursos econòmics també és interessant analitzar la capacitat d'atracció de fons competitiu per part dels centres CERCA. D'aquesta manera es pot veure com la institució CERCA ha aconseguit, en el programa europeu Horitzó 2020, fins al gener del 2021, un total de 444 M€ que la situa com la primera institució pública de l'Estat espanyol en captació de fons i la sisena europea, darrera de l'Institut Max Planck i la Societat Fraunhofer a Alemanya; el CNRS i CEA, a França; i la Universitat d'Oxford, al Regne Unit. Aquests darrers mesos, però, les dades indiquen que CERCA ha superat la Universitat d'Oxford, per la qual cosa ha passat a ocupar la cinquena posició.

Es demostra, doncs, l'alta eficiència en captació de recursos, si es considera el volum econòmic que representa 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.

Del total dels centres CERCA, s'analitzaran aquells subconjunts de centres que han estat més àmpliament estudiats, i per tant, dels quals es disposa d'un nombre de dades més elevat. D'una banda, els centres i instituts d'investigació sanitària de recerca en salut, 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)<sup>15</sup>. De l'altra, els 7 centres CERCA, agrupats al voltant del Barcelona Institut of Science and Technology (BIST).<sup>16</sup>

A la taula 22 s'indiquen alguns paràmetres corresponents a l'àmbit de la biomedicina (dades agregades 2017)<sup>17</sup> i als centres BIST (dades 2020):<sup>18</sup>

En l'àmbit de salut i biomedicina, el conjunt dels 18 centres és capaç de multiplicar per 3,9 el finançament aportat per la Generalitat, en concordança amb el conjunt de tot el sistema CERCA. Així mateix, els fons europeus representen aproximadament el 22% del total de fons competitiu.

Taula 22. 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 (tots CERCA) | BIST (Dades 2020) (tots CERCA)   |
|------------------------------------|--|--|--|--|
| Nombre de centres                  | 19 (16 són CERCA, que representa el 38% del total) | 11 (10 són CERCA)                                    | 8 (6 l'any 2021)                               | 7  |
| Aportació de la Generalitat        | 59,77M€ (46,7%)                                    | 21,58 M€   | 38,18M€  | 58,96M€  |
| Fons competitiu                    | 128,79M€   | 78,97 M€   | 49,82M€  | 67,8 M€  |
| Fons per contractes o mecenatge    | 116,29M€   | 90,70 M€   | 25,59M€  | 20,6M€   |
| Fons captats H2020 (2014-2020)     | (28M€ any 2017)                                    | ND   | ND   | 205,8 M€ (46,3% de tots els fons obtinguts per CERCA)<br>Mitjana 29,4 M€/Any |
| Investigadors sèniors o principals | 1.368  |  |  | 177  |

### Centres CSIC de Catalunya

Pel que fa als centres del CSIC de Catalunya en el període 2017-2019<sup>19</sup> (veg. taula 23), hi ha 14 centres propis, 3 centres mixtos (IBB, IRI, IBE), 6 centres amb participació del CSIC, atès que són centres amb personalitat jurídica pròpia (fundacions o consorcis: IDIBAPS, ICN2, CREAM, CRAG, IIEC, OE) i 2 centres de serveis (CID, CMIMA). La mitjana de pressupost gestionat pels centres del CSIC de Catalunya ha estat de 130 M€, dels quals el 41% són ingressos competitiu. En el model CSIC la part de despesa de personal propi de plantilla és una part important de la que s'imputa a cada centre (41%), mentre que als centres CERCA el personal estable està distribuït entre adscripcions d'altres entitats com ara universitats o ICREA i personal propi.

<sup>15</sup> AQUAS (2020) Central de resultats de recerca: Instituts i Centres. Dades 2016-2017.

<sup>16</sup> Tres centres BIST formen part dels instituts de recerca en salut.

<sup>17</sup> AQUAS (2020).

<sup>18</sup> BIST Annual Report 2020 <https://bist.eu/wp-content/uploads/2021/06/BIST-Annual-Report-2020.pdf>.

Taula 23. Dades dels centres CSIC a Catalunya. Font: CSIC

|                                       | CSIC a Catalunya <sup>20</sup> | CSIC total | % Cat/Esp     |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Nombre de centres propis i mixtes     | 17                             | 67         | 19,4% (25,3%) |
| Nombre de centres en consorci         | 6                              | 13         | 53,8% (30,7%) |
| Investigadors                         | 632                            | 3615       | 17,50%        |
| Investigadors en formació             | 227                            | 1223       | 18,50%        |
| Personal científic i tècnic de suport | 611                            | 4203       | 14,50%        |
| Ingressos totals competitiu           | 54 M€                          | 809,3 M€   | 6,67%         |

Els ingressos competitiu de la part catalana del CSIC representen l'any 2019 el 6,67% del total d'ingressos del CSIC, i per partides, el 3,8% dels ingressos per convocatòries de l'Estat espanyol i el 6,3% dels ingressos del CSIC per convocatòries europees.<sup>21</sup>

### Centres de recerca vinculats a Infraestructures científiques singulars

Les infraestructures científiques i tècniques singulars fan referència a instal·lacions, recursos o servicis necessaris per a desenvolupar investigació capdavantera 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. La seva importància i el seu caràcter estratègic 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 hi ha 12 ICTS (dades gener 2021).<sup>22</sup> Aquestes infraestructures normalment formen part d'entitats (universitats o centres de recerca, ja sigui en forma individual o en consorci) que són les encarregades de mantenir-les i d'oferir la cartera de serveis a la comunitat científica.

A Catalunya hi ha 3 nodes de centres de recerca estatals vinculats a les ICTS, que combinen activitat de recerca pròpia amb el manteniment i gestió de la infraestructura en qüestió. Aquests tres centres són el sincrotró Alba, del Consorci CELLS; el superordinador MareNostrum, del Barcelona Supercomputing Center - Centre Nacional de Supercomputació; i el Centre Nacional d'Anàlisi Genòmica (CNAG), que administrativament ha estat vinculat al centre CERCA de Regulació Genòmica (CRG) des de juliol 2015.

El BSC, segons dades del 2020,<sup>23</sup> presenta un pressupost de 41,9 M€, dels quals 8,8M€ són aportació basal de l'Estat espanyol i la Generalitat. L'aportació en espècie de la UPC representa un 10% del pressupost basal aportat per les administracions. Dels 33,1 milions competitiu, 19,1 M€ són de procedència europea. D'aquesta manera, el BSC esdevé la tercera institució de l'Estat espanyol en captació de recursos a Europa, amb 10 M€ que provenen de contractes industrials, i aproximadament 4 M€, de les convocatòries de les administracions de l'Estat espanyol.

El Sincrotró, d'acord amb dades del 2020,<sup>24</sup> té un pressupost d'ingressos que inclouen 35,3 M€, de transferències corrents, de les quals a la Generalitat li corresponen el 50%, així com uns ingressos competitiu i propis (1,9 M€) per contractació de serveis per part del sector industrial.

De nodes de centres de recerca internacionals a Catalunya, n'hi ha pocs exemples, llevat de la seu recent d'EMBL Barcelona, en fase de consolidació i expansió, i l'oficina de Fusion for Energy a Barcelona (F4E) del projecte ITER.

<sup>19</sup> Dades CSIC Informe CSIC 2019 Instituts and research centers.

<sup>20</sup> El nombre total varia segons si es compten els 17 instituts propis o si es segreguen els instituts amb personalitat jurídica pròpia amb participació del CSIC.

<sup>21</sup> Informe dades centres CSIC 2019.

<sup>22</sup> <https://www.ciencia.gob.es/site-web/Organismos-y-Centros/Infraestructuras-Cientificas-y-Tecnicas-Singulares-ICTS.html>.

<sup>23</sup> BSC (2020).

<sup>24</sup> Sincrotró, 2020 (<https://www.cells.es/es/que-es-alba/transparencia/publicidad-activa/docs-informacion-economica/2020-cells-memo-presupuesto.pdf>).

Entre les acadèmies i entitats de suport, cal destacar l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), que, en la seva darrera memòria anual, hi inclou un volum d'activitats de recerca per valor de 6,7 M€, amb un nombre elevat d'activitats de recerca vinculades al territori propi de la llengua catalana.

## 2.2 Recerca industrial

El 1906 un grup d'industrials preocupats per la qualitat, la certificació i els projectes de recerca en l'àmbit del sector tèxtil llaner van fundar una associació de suport a la competitivitat de les empreses, que van denominar "Condicionament Terrassenc". 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.

D'altra banda, Eurecat és un centre tecnològic de caràcter públic que ofereix al teixit empresarial serveis d'R+D, serveis tecnològics, consultoria tecnològica, formació d'alta especialització, desenvolupament de productes i serveis innovadors, i promoció i difusió de la innovació tecnològica. El centre va néixer el 2015 amb la voluntat d'integrar els sis centres tecnològics avançats de Catalunya, ASCAMM, Barcelona Digital, CETEMMSA, Barcelona Media, CTM Centre Tecnològic i Leitat. Algunes integracions no s'han completat, tot mantenint-se com aliança estratègica. Aquest centre dirigeix la seva activitat a tots els sectors empresarials però, en especial, a set grans àmbits estratègics: alimentació, energia i recursos, sistemes industrials, indústries basades en el disseny, indústries relacionades amb la mobilitat sostenible, indústries de la salut i indústries culturals i basades en l'experiència.

Ambdós centres, Leitat i Eurecat, han iniciat una cooperació estratègica comercial, tecnològica i d'investigació conjunta per augmentar la massa crítica, ser més eficients i productius i presentar una oferta tecnològica més completa, transversal i coordinada per a les empreses, que respongui millor a les seves necessitats i els sigui més útil per a guanyar competitivitat.

Leitat, en l'exercici 2019, va presentar un balanç de 40,3M€, dels quals el 27,1 M€ eren ingressos per activitat distribuïts de la manera següent: 60% projectes per a empreses; 25% projectes de recerca i desenvolupament propis; i 15% amb finançament públic no competitiu.

Durant l'exercici 2020, EURECAT<sup>25</sup> ha mostrat uns ingressos de 46,5M€, dels quals un 29,5% corresponen al valor en serveis d'R+D+I, i un 43,2% a una subvenció de la Generalitat de Catalunya. Així mateix, ha aconseguit més de 85 projectes en el programa Horitzó 2020 i és la segona organització privada, pel que fa a l'obtenció de fons d'aquest programa a l'Estat espanyol.

Així doncs, cal dir que la despesa empresarial<sup>26</sup> en R+D de Catalunya durant el 2019 és de 2.151,7 M€, tot havent-se incrementat un 0,3% respecte l'any anterior. Aquest increment és inferior al mostrat pel sector industrial a l'Estat espanyol, que ha estat del 3,5%. La despesa empresarial en R+D a Catalunya representa el 59,8% del total de la despesa catalana, lleugerament per sobre del percentatge a l'Estat espanyol, que és del 56,1%, però gairebé 7 punts per sota del percentatge de la UE-28, que és del 66,6%.

Respecte al PIB, la despesa empresarial en R+D a Catalunya durant l'any 2019 va representar el 0,91% del PIB, tres centèsimes menys que l'any 2018. Aquest percentatge està per sobre del percentatge espanyol (0,70%), però lluny de la mitjana europea de la UE-28 (1,42%).

D'altra banda, l'economia catalana és cada vegada més exportadora i, des del 2009, experimenta un creixement continuat en volum d'exportacions (més de 73.800 M€ el 2019) i en nombre d'empreses exportadores regulars (més de 17.300 el 2019). Aquesta dinàmica és fruit d'una capacitat cada vegada més gran de ser competitiu internacionalment i, per tant, d'oferir béns i serveis innovadors.<sup>27</sup> Així, la despesa en activitats innovadores a Catalunya creix un 5,8% fins als 5.246,8 M€ l'any 2019, la qual cosa representa el 27,1% de la despesa en activitat innovadora de l'Estat espanyol, tot mantenint la segona posició, per darrera de la comunitat de Madrid (28,8%).<sup>28</sup>

<sup>25</sup> Eurecat (2021).

<sup>26</sup> ACCIÓ (2021a).

<sup>27</sup> Generalitat de Catalunya (2020).

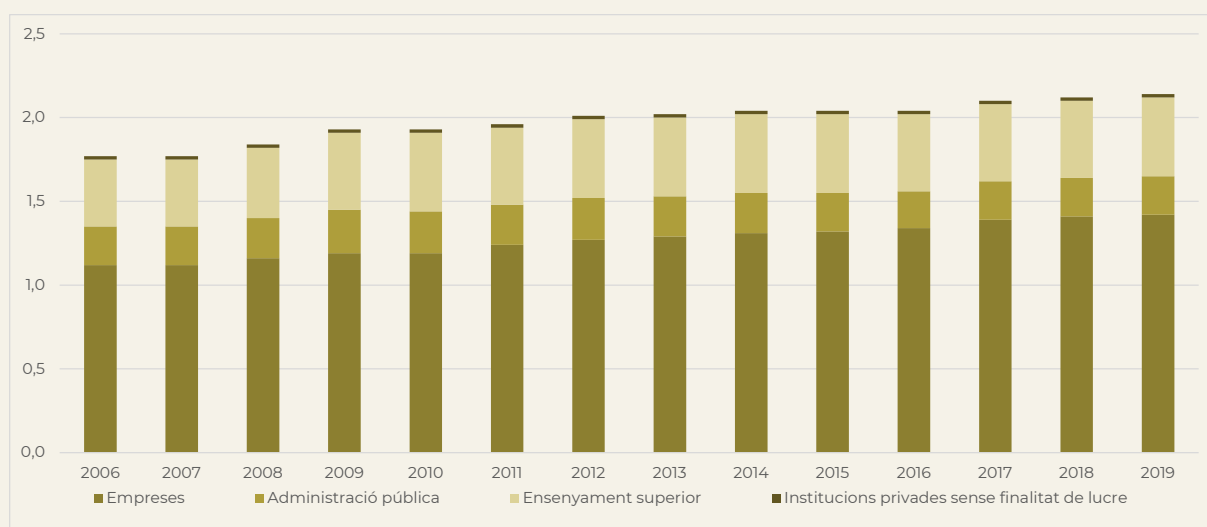
<sup>28</sup> ACCIÓ (2021a); <https://icono.fecyt.es/>.

Pel que fa al nombre d'empreses innovadores durant el període 2017-2019, a Catalunya hi ha 7.492 d'aquestes empreses, amb un creixement del 10,7% sobre el període 2016-2018. El creixement català està per sobre del creixement estatal que és del 7,3% i és la comunitat líder de l'Estat espanyol, amb un 22,2% del total.

Si ens fixem en les innovacions de producte, que són les que poden estar més lligades a l'R+D, les xifres també mostren la mateixa tendència, amb un creixement moderat de l'1,6% en el nombre d'empreses amb innovació de producte (3.695 durant el bienni 2017-2019). Això representa el 21,6% de totes les empreses amb innovació de producte de l'Estat espanyol.

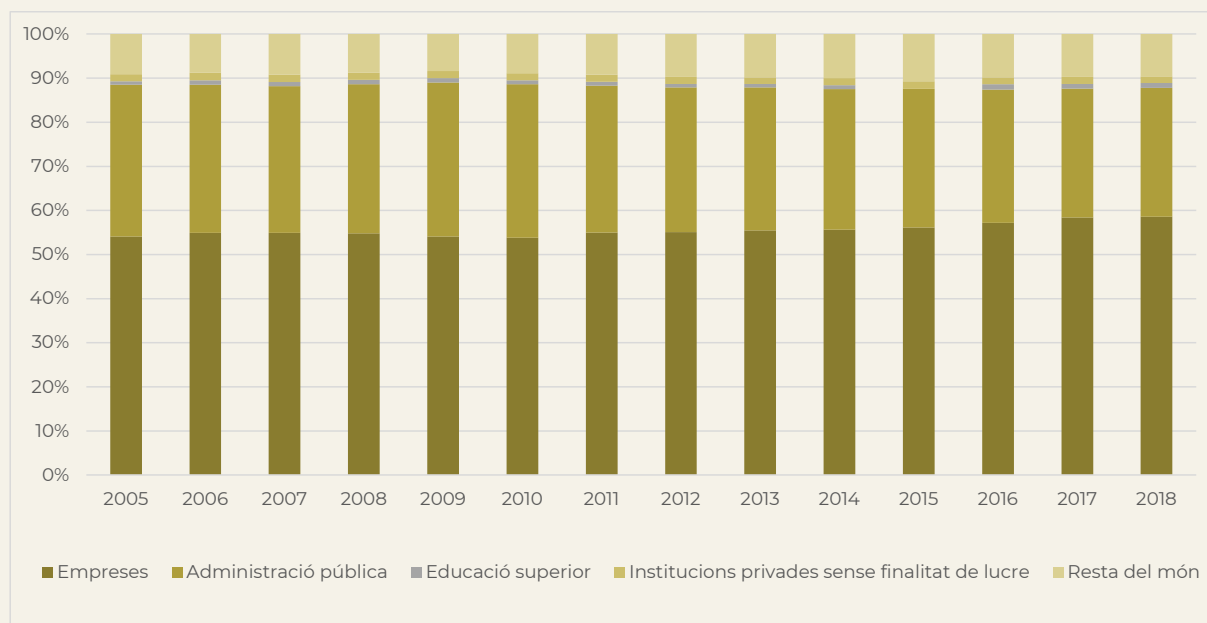
Així, es pot afirmar que les dades econòmiques de la contribució industrial a la recerca estan clarament per sota de la mitjana europea. Si s'analitza la intensitat d'R+D de la UE-28, aquesta va créixer entre el 2006 i el 2017 i es pot identificar la quota d'R+D realitzada en cadascun dels quatre sectors. Durant tot aquest període, la major part de la despesa en R+D va ser feta pel sector empresarial. La seva despesa en R+D va passar de l'1,12% del PIB el 2006 a l'1,36% el 2017, un augment global del 21,4%.

Gràfic 13. Despesa interior bruta en R+D per sector, EU28, 2006-2017. Font: Eurostat



Si s'analitza la despesa en R+D d'acord amb l'origen dels fons, es pot veure com més de la meitat (56,6%) de la despesa total de la UE-28 el 2016 va ser finançada per empreses, mentre que gairebé un terç (30,9%) va ser finançat pel govern, i un 10,0% més provenia de l'estranger (fons estrangers).

Gràfic 14. Despesa interior bruta en R+D per origen dels fons, UE-28, 2005-2016. Font: Eurostat



Tal com esmenta el Pacte Nacional pel Coneixement, “és evident, doncs, que, si bé la competitivitat de l'empresa catalana és relativament elevada, amb bons nivells d'exportació i internacionalització, cal desenvolupar un teixit empresarial més innovador, que faci créixer la competitivitat basada en nous productes i processos. Per aconseguir-ho s'ha d'augmentar la innovació empresarial, fomentar l'emprenedoria i incrementar sensiblement la transferència de coneixement i tecnologia entre les universitats i els centres de recerca i tecnològics i l'empresa”.

Catalunya encara manté una posició de lideratge a l'Estat espanyol, ara bé, presenta alguns símptomes de debilitat. No obstant això, pel que fa al sector encara minoritari d'empreses innovadores, les innovacions de productes i la generació de *start-ups*, es percep un fort dinamisme en sectors que incorporen noves tecnologies, dels quals es parlarà més endavant.

### 3. Els professionals i equips de recerca

Pel que fa al personal contractat en activitats R+D, expressat en Equivalent de Jornada Completa o Full-Time Equivalent (FTE), a Catalunya el valor total i per gènere és el següent: 20.977 són dones i 30.854 són homes, dels quals com a investigadors/investigadores hi ha 11.619 dones i 18.772 homes. Si es mira per sectors, el nombre d'investigadors públics és de 17.095, mentre que el del sector privat és de 13.296. El nombre d'investigadors en EJC respecte a la població activa és de 0,8%, per sota del valor europeu UE-28 (2013-2020), que és de 0,872%, o del de la UE-19, que és de 0,898%. A l'Estat espanyol és de 0,619% i a la comunitat de Madrid, de 0,9984%.

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. Per exemple, Bèlgica té 1,158%; Dinamarca, 1,60%; Holanda, 1,074%; Alemanya, 1,03%; i França, 1,039%.<sup>29</sup> També mostra que aquesta és una estructura relativament envellida en les posicions permanents i amb un excés de temporalitat en les franges d'edat, en què 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. Segons Joan Mauri: “Des de l'exercici pressupostari de l'any 2008, les taxes de reposició d'efectius han patit un procés de contracció i s'han fonamentat en la tècnica de referència a àmbits sectorials considerats prioritaris que no s'abandonarà fins a l'exercici pressupostari de l'any 2016. De fet, la taxa de reposició d'efectius de l'any 2009 es considera que ha d'ésser inferior al 30 %, la de l'any 2010 al 15 %, la de l'any 2011 al 10 %, i durant els exercicis pressupostaris dels anys 2012, 2013 i 2014 no es procedeix a la incorporació de nous efectius, és a dir, no hi ha taxa de reposició d'efectius. L'any 2015 la taxa és del 50 %, i en els anys 2016 i 2017, se situa en el 100 % en la reposició dels sectors prioritaris i el 50 % en la resta. Cal destacar que, en l'exercici pressupostari de l'any 2017, apareixen les anomenades taxes addicionals d'estabilització, que se sobreposen a les anomenades taxes prioritàries i generals. En tot cas, s'ha de fer palès que les taxes de reposició d'efectius esmentades només s'apliquen a la incorporació de nou personal permanent. La contractació de personal no permanent està subjecta a altres regles i requisits” (Mauri, 2018).<sup>30</sup> També s'explica per un dèficit de mobilitat i flexibilitat en l'estructura del personal, així com per la manca d'una carrera científica pròpia que permeti fer-ne una planificació correcta.<sup>31</sup>

#### 3.1 Centres de recerca

##### **Centres CERCA**

Els centres CERCA (39) tenen al voltant de 9.902 persones, entre personal d'R+D (7.985) i personal de suport (1.917). Entre el personal investigador, el 46,37% són dones i un 53,63% són homes. Entre el personal de suport, el 59,05% són dones i el 40,95% són homes. Ara bé, quan s'analitzen els caps de grup, són paleses diferències de gènere notables, que s'accentuen més segons l'àmbit temàtic, tal com es pot veure a la taula 24.

<sup>29</sup> Dades extretes del Total R&D personnel and researchers by sectors of performance, sex and NUTS 2 regions [rd\_p\_persreg]; Percentage of active population - numerator in full-time equivalent (FTE). Arxiu EC\_indic\_B\_06\_Eurostat.

<sup>30</sup> Mauri Majós, Joan. «L'ocupació pública després de la crisi». Revista Catalana de Dret Públic, núm. 56 (juny 2018), p. 56-77, DOI: 10.2436/rcdp.i56.2018.3080.

<sup>31</sup> Pacte Nacional per la Societat del Coneixement.

Taula 24. Distribució per gènere dels caps de grup de recerca segons camp de coneixement.  
Font: CERCA

| Camp de Coneixement        | % Homes Caps de Grup | % Dones Caps de Grup |
|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Agroalimentació            | 67%                  | 33%                  |
| Ciències socials i humanes | 76%                  | 24%                  |
| Ciències de la salut       | 72%                  | 28%                  |
| Ciències i enginyeria      | 83%                  | 17%                  |

Les diferències en les proporcions de gènere es troben també en el nombre d'investigadors en grups de recerca reconeguts a Catalunya (un 48% són dones i un 51% són homes)<sup>32</sup>; en la proporció de coordinadors de grups de recerca reconeguts (on el percentatge és de 30% dones i 70% homes), o entre el personal investigador captat per ICREA (on l'any 2020, dels 263 investigadors/investigadores, el 22,8% són dones i el 77,2% són homes).

De tot el personal investigador ICREA incorporat al sistema de recerca, que és de 269 el mes de desembre de 2020, 114 (42,4%) desenvolupen la seva activitat a centres CERCA i 14, a centres CSIC (5,2%).<sup>33</sup>

Taula 25. Evolució de la distribució per gènere en el transcurs de la carrera investigadora. Font: SUR

|                       | % Homes | % Dones |
|-----------------------|---------|---------|
| Postdoc               | 52%     | 48%     |
| Personal científic    | 55%     | 45%     |
| Líders de grup júnior | 72%     | 28%     |
| Líders de grup sènior | 76%     | 24%     |

Taula 26. Evolució de la distribució per gènere en el transcurs de la carrera investigadora segons la nomenclatura europea.<sup>35</sup> Font: CERCA, reunió de directors 23 juliol 2021

|       | Nombre i % Homes | Nombre i % Dones |
|-------|------------------|------------------|
| R1    | 2.008 (44,97%)   | 2.457 (55,03%)   |
| R2    | 1.683 (50,03%)   | 1.681 (49,97%)   |
| R3-R4 | 5.957 (60,72%)   | 3.847 (39,28%)   |

<sup>32</sup> Generalitat de Catalunya (2019).

<sup>33</sup> Informe CERCA (2020).

Aquesta diferència de gènere s'accentua en funció de l'evolució de la carrera investigadora.<sup>34</sup>

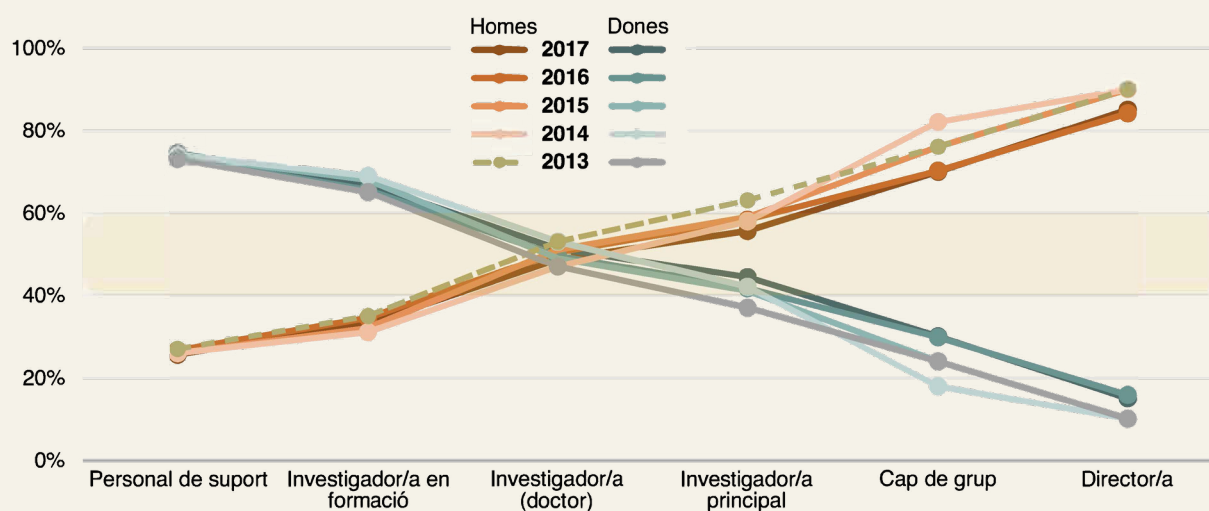
Així mateix, entre els directors científics de les entitats que formen part dels centres CERCA només hi ha actualment dues dones directores.

En particular, és preocupant que en el percentatge de líders de grup júnior ja aparegui de forma molt acusada el biaix de gènere, ja que indica que no s'estan resolent les causes que han produït aquesta situació en anys anteriors.

En el subconjunt de centres BIST, amb 2.568 persones, el 40% prové de fora de l'Estat espanyol i el 46% són dones. En el cas d'instituts i centres de recerca de 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 mostra que un 30% dels caps de grup de recerca són dones. Del conjunt del personal investigador principal, un 44% són dones. En canvi, quant al personal investigador en formació, les dones són majoritàries i representen, aproximadament, un 65% del col·lectiu. En aquest àmbit, la "tisora 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 2013-2017<sup>36</sup> mostra una evolució molt lleugera pel que es refereix al tancament de la "tisora", és a dir, d'anar igualant-se els percentatges.

Gràfic 15. Pes del personal segons gènere en les diferents categories professionals del conjunt de centres/instituts de recerca en salut (tisora de gènere), dades període 2013-2017. Font: AQUAS



### 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.

### Centres vinculats a infraestructures singulars

El Barcelona Supercomputing Center (BSC), segons dades del 2020, té una plantilla de 737 persones (33% de fora de l'Estat espanyol), de les quals 607 són personal científic. Del total del personal del BSC, el 26% són dones i el 74% són homes. Per la seva banda, el Síncrotró ALBA, durant el mateix període, presenta una plantilla de 211 persones (23% de fora de l'Estat espanyol), de les quals 28% són dones i el 72% són homes.

<sup>34</sup> Generalitat de Catalunya (2019).

<sup>35</sup> *First Stage Researcher (R1) Up to the point of PhD. Recognised Researcher (R2) PhD holders or equivalent who are not yet fully independent. Established Researcher (R3) researchers who have developed a level of independence. Leading Researcher (R4) researchers leading their research area or field.*

<sup>36</sup> AQUAS (2020).

## 3.2 Recerca industrial

Pel fa a les dues grans estructures de centres tecnològics existents (Eurecat i Leitat), les plantilles són d'unes 1.000 persones, de les quals aproximadament un 44% són dones i un 56% són homes. Per tipologia laboral, hi ha diferències de gènere tant en el nombre d'investigadors (34% dones, 66% homes) com en el cas de càrrecs de responsabilitats, com ara directors d'àrea o unitats (25% dones i 75% homes).

En l'àmbit d'R+D industrial el nombre de persones l'any 2019 es manté gairebé al mateix nivell que l'any 2018, amb 26.945 persones, la qual cosa representa el 51,68% de tot el personal d'R+D de Catalunya. Dins l'Estat espanyol aquest valor representa el 25,2% del personal d'R+D, fet que li dona el lideratge estatal.

De tot el personal que treballa en R+D a les empreses catalanes, el personal investigador és de 12.881, la qual cosa representa el 47,8% sobre el conjunt de les persones que treballen en l'R+D empresarial. Això comporta una disminució del 3,1% respecte a l'any 2018.<sup>37</sup> No s'hi han trobat dades agregades de la distinció per gènere.

En conclusió, si es té en compte que les dades 2018 de població activa a Catalunya eren de 3.763.700 persones, el fet de passar del 0,8% actual en personal d'R+D a un 1% (com els dels països avançats europeus) representaria un increment de 7.527 llocs de treball, que caldria sumar als 30.391 existents. Això coincideix amb la diferència actual existent entre el nombre total d'homes i dones dedicades a R+D a Catalunya (11.619 dones i 18.772 homes).<sup>38</sup> D'altra banda, la forquilla de desigualtat de gènere, malgrat els esforços dels darrers anys, no sembla que mostri una tendència clara a tancar-se. És especialment preocupant que la igualtat de gènere no sembli que es resolgui en les posicions d'estabilització i d'inici de la carrera investigadora independent, com són les posicions de cap de grup júnior o de grups de recerca emergents.

## 4. Resultats de la recerca a Catalunya

### 4.1 Evolució de la producció científica

El nombre total de les publicacions científiques indexades a la Web of Science a l'Estat espanyol durant l'any 2019 és de 110.652, de les quals 32.006 es van fer a Catalunya. El nombre d'articles a revistes, revisions i actes de conferències recollits a articles de revista a tot l'Estat espanyol és de 73.633 (any 2019), dels quals 19.826 corresponen a Catalunya, la qual cosa representa un 26,92% del total. Aquestes publicacions tenen, en el cas de Catalunya, un impacte normalitzat d'1,47 que està per sobre del de l'Estat espanyol, que és d'1,22. En el cas de Catalunya, el percentatge de publicacions en el primer quartil és del 57,29%, per sobre de la mitjana estatal del 52,13%. Si es mira el percentatge de publicacions d'alt impacte,<sup>39</sup> Catalunya es posiciona, en ambdós casos, com a comunitat líder estatal, amb el 15,44% (mitjana estatal 12,23%), en el cas del 10% més citats i el 2,27% (mitjana estatal 1,55%), en el cas de l'1% més citat. Pel que fa a les publicacions amb col·laboració amb entitats d'altres països, Catalunya presenta el 63,08% de totes les seves publicacions sobre un 56,15% de la mitjana estatal, tot situant-se també com a líder de l'Estat espanyol.

Si s'observa l'evolució temporal a Catalunya en el nombre de documents, es pot veure que s'ha produït un increment d'un 6% entre 2018 i 2019, i d'un 18,5%, entre 2014 i 2019.

En canvi, pel que fa a l'evolució de l'impacte normalitzat, publicacions a revistes d'alt impacte (excel·lència en el 10% i excel·lència en l'1%), es nota, durant el període 2014 i 2019, una lleugera disminució a tots els indicadors, mentre que, durant el període comprès entre 2006 i 2014, la tendència havia estat creixent. Per exemple, s'ha passat, pel que fa als índexs d'excel·lència, de tenir, l'any 2014, el 16,81% i el 2,53% de publicacions més citades (10% i 1% de l'àrea), al 15,44% i el 2,27%, respectivament. Això indicaria una certa dificultat per mantenir les posicions d'excel·lència, a causa, segurament, de l'impacte de la crisi econòmica i la davallada en la inversió en recerca.

---

<sup>37</sup> ACCIÓ (2021a).

<sup>38</sup> Dades IDESCAT.

<sup>39</sup> En aquest cas es miren totes les citacions que reben els articles d'un cert àmbit temàtic i per determinar el 10% dels articles més citats en la seva àrea. També es fa servir un indicador més exclusiu i es considera només l'1% dels articles més citats a la seva àrea.



## 4.2 Evolució de les sol·licituds i concessió de patents

Pel que es refereix al nombre de sol·licituds i concessió de patents a l'Estat espanyol, s'observa una clara disminució de tots dos indicadors a nivell estatal. Durant el període 2008-2011, es van realitzar unes 3.700 sol·licituds anuals i unes 2.500 concessions. El 2018 el nombre de sol·licituds de patents i de concessions va ser de 1.578 i 1.698, respectivament, mentre que, el 2019, es van fer 1.358 sol·licituds i 1.206 concessions.<sup>40</sup>

En el cas de Catalunya, el descens en el nombre de sol·licituds i de concessions ha estat força dramàtic. Hem passat de més de 700 sol·licituds i més de 650 concessions abans del 2008 a 202 sol·licituds i 172 concessions l'any 2019. A nivell percentual, Catalunya representava, abans de la crisi econòmica del 2008, el 20% de les sol·licituds de patents estatals i el 23,75% de les concedides. L'any 2019, Catalunya representa el 13,58% de les sol·licituds i el 14,26% de les concessions a nivell estatal. Si s'observa el nombre de petició de patents per milió d'habitants, Catalunya ha passat de tenir més de 100 patents per milió d'habitants el 2008 a situar-se en 26,5 per milió d'habitants. L'any 2008 Catalunya estava molt per sobre de la mitjana estatal, però, des de 2016, se situa per sota d'aquesta mitjana. Cal tenir en compte que, a nivell estatal, s'ha passat de 82,3 sol·licituds de patents per milió l'any 2008, a 28,8 l'any 2019, amb un decreixement accelerat des del 2011.

A nivell global aquests resultats semblen indicar, d'una banda, una lleugera pèrdua en la capacitat de producció científica i, de l'altra, una forta pèrdua d'oportunitat de convertir aquesta recerca en patents i, per tant, en coneixement valoritzable cap al sector econòmic. El fet de no prioritzar l'R+D als pressupostos dels darrers anys ha perjudicat notablement la capacitat del sistema de recerca, i la crisi econòmica de la darrera dècada ha incidit desfavorablement en la capacitat de col·laboració publicoprivada en recerca orientada.

## 4.3 Centres de recerca

### **Centres CERCA**

Si es consideren els resultats obtinguts pels centres de recerca CERCA, es pot veure que han intentat resistir en aquesta situació de crisi de la ciència i la recerca. Les causes d'aquesta resiliència no han estat tant de factor econòmic (els resultats provenen de la captació de recursos competitiu i no del finançament basal), sinó més aviat d'una flexibilitat per gestionar de manera més eficaç la recerca, així com per major capacitat d'interdisciplinarietat i 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, sobretot 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.

Amb les seves limitacions, en part per com s'ha anat generant el sistema de centres de recerca CERCA i per la manca d'un sistema legislatiu, que hauria permès desenvolupar de forma més eficient accions estratègiques, cal assenyalar que el sistema de centres CERCA, en el seu conjunt, ha assolit un nivell de resultats molt superior al que es podia esperar gràcies a l'esforç inversor realitzat. També aquests fets han condicionat i condicionen la seva consolidació i projecció futura, en un món cada cop més globalitzat i on la ciència i el coneixement esdevenen clau per afrontar els reptes de futurs com els que planteja l'Agenda de Desenvolupament Sostenible. Una excessiva fragmentació, un finançament insuficient i una major visió estratègica conjunta i de coordinació són segurament els elements que cal millorar en els propers anys.

---

<sup>40</sup> Indicadors ICONO:

<https://services.icono.fecyt.es/indicadores/Paginas/default.aspx?ind=119&idPanel=1>.

Taula 27. Indicadors bibliomètrics dels centres CERCA per al període 2017-2020.

Font: Research Mark Analytics / I-CERCA

|   |         |
|---|---------|
| Publicacions totals                                   | 57.980  |
| % articles científics liderats                        | 46,3    |
| % de dones autores                                    | 39,7    |
| % articles científics liderats per dones              | 19,7    |
| Citacions total                                       | 658.443 |
| Mitjana de citació per article                        | 16      |
| Impacte normalitzat                                   | 3,837   |
| Articles més citats (10% dels més citats)             | 16.909  |
| % articles científics amb col·laboració internacional | 63,4    |

Cal destacar d'acord amb les dades agregades de CERCA, els 16.909 articles més citats representen un 29,1% del total de publicacions fetes pels centres CERCA, valor que quasi duplica el valor mitjà de Catalunya, que és del 15,4%. El 75% dels articles produïts pels centres CERCA es troben disponibles a Internet en accés obert. S'entén com accés obert la disponibilitat gratuïta a la xarxa dels resultats de la recerca, tot permetent a qualsevol usuari la seva lectura, descàrrega, còpia, distribució, impressió, cerca o 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 pel Coneixement, en què es vol fomentar una estratègia catalana de ciència oberta que abasti l'accés obert a les publicacions científiques, la publicació de dades científiques de manera FAIR (Findable, Accessible, Interoperable and Reusable) i la creació de noves infraestructures, per tal d'integrar els recursos del sistema de recerca de Catalunya en l'ecosistema europeu de l'EOSC (*European Open Science Cloud*).

D'altra banda, el lideratge femení en les publicacions assoleix només un 19,7%, en consonància amb altres indicadors de desigualtat de gènere. Així mateix, és interessant constatar que el 60% de les publicacions dels centres CERCA és amb autoria conjunta CERCA-Universitats, la qual cosa demostra una gran activitat de col·laboració científica.

### Centres BIST

S'han generat dades agregades dels centres inclosos dins BIST des d'octubre de 2015 fins a l'actualitat. Durant el període 2016-2019, els 7 centres BIST van representar l'1,69% de la producció científica de l'Estat espanyol i el 6,17% de la producció científica catalana a la base de dades Web of Science (WoS) Core Collection. Si es té en compte la producció en el primer quartil (Q1), el BIST representa el 2,49% estatal i el 8,29% català. Si es consideren les col·laboracions internacionals, el 71,9% dels articles BIST estan publicats amb entitats d'altres països, valor que fa que se situï per sobre de la mitjana catalana i de la majoria d'estats europeus. El nombre de citacions per publicació se situa en el 21,6 de valor mitjà a la base de dades Scopus.<sup>41</sup>

Les dades de producció científica de 2019 indiquen que la producció científica és de 1.388 publicacions, nombre que s'ha mantingut el 2020 (1.382).<sup>42</sup> L'any 2019 els centres BIST han publicat a revistes del primer quartil (Q1) el 71,5% (*Journal Citation Report*)<sup>43</sup> i 81,8% (*Scientific Journal Ranking Scimago*).<sup>44</sup> Vegeu a la taula 28 l'impacte normalitzat del BIST per camps científics (amb més de 200 publicacions en el període 2016-2020) ha estat el següent (mitjana mundial igual a 1).

<sup>41</sup> Font: Informe realitzat per Llorenç Arguimbau per al Patronat del BIST (març 2021).

<sup>42</sup> *Ibidem*.

<sup>43</sup> Web of Science.

<sup>44</sup> Scopus

Taula 28. Impacte Normalitzat dels centres BIST per àrees de coneixement (2016-2020).  
Font: BIST a partir de Essential Science Indicators (ESI) - WoS Core Collection

|                               | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| Biologia i bioquímica         | 1,61 | 1,44 | 1,24 | 2,14 | 1,14 |
| Química                       | 1,66 | 1,94 | 1,94 | 2,05 | 1,7  |
| Ciència dels materials        | 2    | 2,26 | 1,88 | 2,14 | 3,72 |
| Biologia molecular i genètica | 4,09 | 3,12 | 2,11 | 2,17 | 4,18 |
| Àrees multidisciplinàries     | 3,09 | 3,91 | 4,63 | 3,79 | 4,26 |
| Física                        | 2,75 | 2,76 | 2,8  | 2,01 | 2,45 |
| Ciència espacial              | 2,87 | 4,14 | 2,22 | 1,85 | 1,2  |

A la darrera edició del *Nature Index*,<sup>45</sup> els centres BIST se situen en la posició 130 en el indicador Count<sup>46</sup> ( 57 a Europa) i el 132 a Share<sup>47</sup> (28 a Europa).

#### **Centres i Instituts de recerca sanitària**

Segons AQuAS,<sup>48</sup> les dades de l'any 2017 indiquen una producció de 9.276 publicacions citables (articles revisions i proceedings), que significa un increment del 12% respecte a l'any 2016 (8.293 publicacions). El percentatge de publicacions durant el primer quartil és del 65%. De totes les publicacions un 40% tenen un lideratge femení (primera o darrera autora o autor corresponent) i d'aquestes, en el primer quartil, representen un 65% del total. L'índex de citacions normalitzat és de 2,1 per sobre de l'1 de la mitjana mundial.

El nombre de publicacions amb col·laboració internacional és del 54,7% l'any 2017 i els articles més citats (1%)<sup>49</sup> representen el 6,49% de totes les publicacions l'any 2017. Si s'analitza el nombre d'articles més citats,<sup>50</sup> es constata 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%.

#### **Centres i Instituts de recerca sanitària**

Segons dades Compàs 2020,<sup>51</sup> entre 2017 i 2019 Catalunya va produir 9.510 documents. Els organismes públics de recerca van ser coautors de 4.056 documents. El sector sanitari és coautor de 1.989 documents, és a dir, el sector de centres de recerca va ser coautor, en total, del 63,56% de les publicacions, mentre que el sector universitari és coautor de 7.155 documents, és a dir, del 75,23%. L'índex de citació normalitzada en aquest camp és de 1.106 - 1.195 per organismes públics de recerca i pel sector sanitari. En el cas dels centres públics de recerca, el percentatge de col·laboració internacional és del 70,5%. El tant per cent d'articles més citats RHCP és de l'1,775% per als centres de recerca i del 2,413%, per la contribució del sector sanitari.

#### **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.<sup>52</sup>

<sup>45</sup> Rànquing d'institucions i països basat en la quantitat d'articles publicats en revistes científiques d'alt impacte.

<sup>46</sup> S'assigna un recompte a una institució si un o més autors de l'article de recerca són d'aquesta institució, independentment del nombre de coautors que hi hagi de fora.

<sup>47</sup> Té en compte el percentatge d'autors d'aquesta institució i el nombre d'institucions afiliades per article.

<sup>48</sup> AQuAS (2020).

<sup>49</sup> Els articles més citats (Highly cited papers) són aquells que es troben entre l'1% més citats del món.

<sup>50</sup> OP documents més citats (outstanding papers) 0,1% més citats del món.

<sup>51</sup> FCRI (2020).

<sup>52</sup> Institut & research centres 2019 CSIC. Informe 2019.

Finalment, si es fa un zoom del territori i es mira el recent rànquing del *Nature Index 2021*, que analitza la contribució en els articles a revistes de més impacte a les ciutats més científiques del món,<sup>53</sup> s'observa que l'àrea metropolitana de Barcelona, on estan radicats una part significativa dels centres de recerca d'excel·lència de Catalunya, ocupa la posició 42 mundial, capdavantera a l'Estat espanyol, i la quarta posició de la Unió Europea, darrera de París, Berlin i Munic. Quant a la distribució de les ciutats científiques per àmbits temàtics a nivell mundial, Barcelona ocupa la posició 31 en ciències físiques i la posició 41, en ciències de la vida. Així mateix, segons l'índex ponderat de 2015-2020,<sup>54</sup> Barcelona es troba en la posició 65 pel que fa a Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) també a nivell mundial.

#### 4.4 Recerca industrial

Els centres tecnològics no tenen com a missió fonamental la producció d'articles científics. Tanmateix, mantenen una moderada producció científica que ha anat creixent els darrers anys i ha arribat l'any 2020 a uns 200 articles per any,<sup>55</sup> amb un nivell de citació mitjana de 10,1 citacions per article.

No hi dades agregades de la participació empresarial en l'autoria d'articles científics o en la producció directa d'articles científics. Per tant, no és possible fer-ne una anàlisi. Per a successius informes d'aquesta tipologia, caldria impulsar una metodologia que donés a conèixer aquestes dades de forma agregada o sectorial així com la participació del sector industrial en la producció de coneixement científic.

L'anàlisi feta pel sector alimentari mostra com l'àmbit empresarial agroalimentari ha participat en 202 documents dels 9.510 analitzats durant el període de 2017-2019, la qual cosa representa el 8,2% del total de les publicacions de Catalunya. Aquestes publicacions amb participació empresarial tenen un índex de citació normalitzat de 0,876, per sota de la mitjana mundial de l'1. L'índex de citació normalitzat de tota la producció agroalimentària de Catalunya és de 1,118.

## 5. Sistema de transferència, innovació i empenedoria

### 5.1 Centres de recerca

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 crear 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 es poden 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.<sup>56</sup>

En el cas dels centres CERCA la producció de patents es troba analitzada a FCRI (2019),<sup>57</sup> on s'estudien les patents produïdes entre 2007 i 2016 pel sistema universitari i els centres CERCA. Aquest informe mostra que Catalunya ha acumulat, al llarg del període d'estudi, un total de 6.289 patents. Pel que fa a les patents universitàries, a Catalunya s'han detectat 760 patents que corresponen al 12,1%, un valor inferior a la mitjana de l'Estat espanyol, que és del 15,4%.

Seguint amb aquest estudi, durant el període 2007-2016, els centres CERCA van signar en el seu conjunt 416 famílies de patents compostes per 1.099 aplicacions o sol·licituds individuals. El nombre de famílies de patents es va quadruplicar entre 2007 i 2014, tot i que a partir de l'any 2014 va patir una forta davallada, que es correspon amb la disminució del 44% experimentada al darrer quinquenni. Aquesta davallada coincideix amb l'evolució observada tant al perfil global d'Espanya i de Catalunya, com amb els corresponents subconjunts universitaris, la qual cosa pot tenir a veure amb la caiguda en el nombre de registres de patents espanyoles.

<sup>53</sup> *Nature Index 2021 Science Cities. Leading 200 science cities*  
<https://www.natureindex.com/supplements/nature-index-2021-science-cities/tables/overall>.

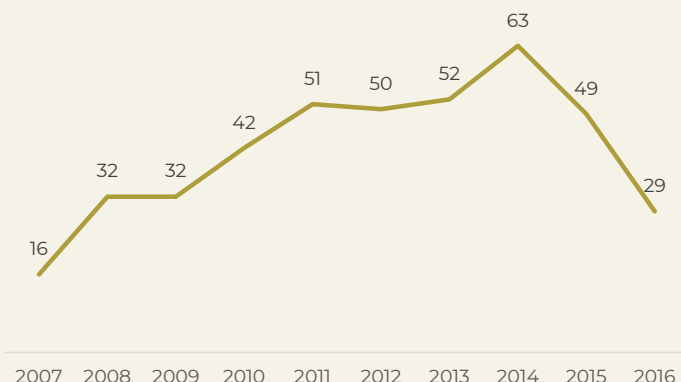
<sup>54</sup> *Nature Index 2021 Science Cities. Leading 200 science cities in SDG research.*  
<https://www.natureindex.com/supplements/nature-index-2021-science-cities/tables/top-200-by-sdg>

<sup>55</sup> A partir de dades d'Eurecat i Leitat.

<sup>56</sup> <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/key-enabling-technologies>.

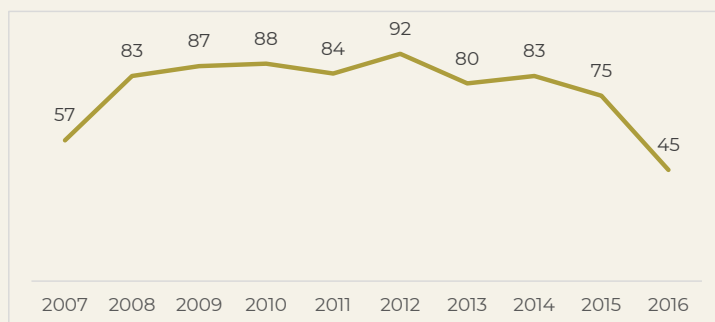
<sup>57</sup> FCRI (2019).

Gràfic 16. Evolució del nombre de patents del conjunt de centres CERCA, PATSTAT 2007-2016. Font: Compàs



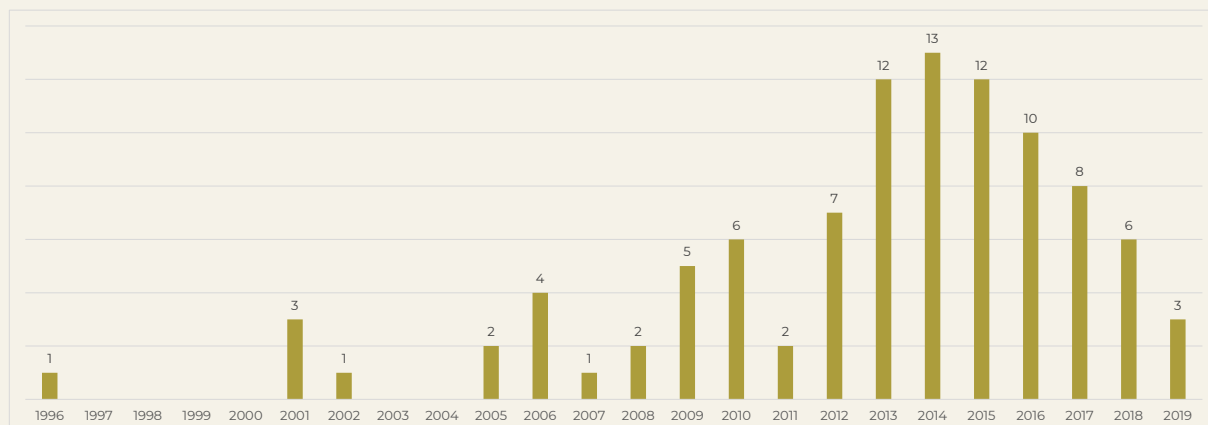
En el període 2013-2016, el nombre de patents dels centres CERCA representava entre el 10% i el 12% de les generades a Catalunya. Concretament, la crisi econòmica podria haver afectat la capacitat de generar patents, però per a confirmar-ho, caldria fer un nou estudi que incorporés les dades dels darrers anys, ja que segons les memòries del BIST o les dels centres de recerca en salut, l'any 2020 inclou la presentació (en el cas dels centres BIST) de 68 noves sol·licituds de patents i en el nombre de creació de *spin-offs* un índex acumulat de 150 (37 d'elles generades pel subconjunt BIST). En el cas dels centres sanitaris el 2017 es van generar 9 noves *spin-off*.

Gràfic 17. Evolució del nombre de patents universitàries catalanes. PATSTAT 2007-2016. Font: Compàs



Si s'analitza l'evolució temporal de la generació de *start-ups* per part dels centres CERCA, s'observa una correlació, ja que també es produeix una disminució en la presentació i obtenció de patents. L'impuls que es va iniciar a partir de 2005 arriba a un màxim el 2014, per iniciar, a partir d'aquí, una davallada important. Algunes dades referents al 2021 semblen indicar un repunt en la generació de *start-ups* que caldrà veure si es confirma i es consolida. És evident que la crisi econòmica i la manca de fons han influït en una menor capacitat de generar noves empreses per part del sistema.

Gràfic 18. Evolució del nombre de *start-ups* CERCA en el període 1996-2019. Font: CERCA



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

Pel que fa referència als centres de salut, les dades analitzades per AQUAS, per al període 2016-2017, mostren informació sobre patents i generació de *spin-off*, així com d'altres indicadors específics de transferència com són les guies de pràctica quirúrgica (GPC) i els assaigs clínics (AC). Cal assenyalar que el nombre de GPC l'any 2016 va ser de 195 i l'any 2017, de 187. Quant al nombre d'assaigs clínics, aquest va augmentar un 10% el 2017 (en comparació al 2016) i, en particular, els assaigs clínics promoguts per la indústria farmacèutica incrementen un 13% el 2017, respecte el 2016. El fet que un mateix assaig clínic es realitza a més d'un centre i a més d'una comunitat, fa difícil de comparar dades. De totes maneres, Catalunya i Madrid lideren la participació en assaigs clínics vius que donen lloc tant a un nombre d'ingressos elevats, com també a una producció científica derivada dels resultats d'aquests assaigs.

Si s'analitzen les dades del sistema de centres tecnològics català, segons la informació de les memòries anuals, els ingressos per activitat estarien al voltant de 72,5 M€ anuals, incloent-hi la participació en projectes europeus, projectes estatals i serveis a les empreses. Atès el nombre de projectes en què participen (més de 600), el valor mitjà de cada projecte és moderat. Així, les dades indicarien que es realitzen més tasques de consultoria i gestió tecnològica (gestió de convocatòries de projectes i serveis tecnològics avançats) que no pas de generació d'innovació i desenvolupament per a la indústria. En alguns casos els ingressos de serveis per a les empreses representen al voltant del 27,8% del total d'ingressos.

Als centres tecnològics, Eurecat, segona organització privada en obtenció de fons del programa Horitzó 2020 a l'Estat espanyol, va generar 6 noves *spin-off* i 88 patents l'any 2020. En el cas de Leitat, però, no consta cap dada sobre el nombre de patents a la seva memòria. Una anàlisi dels documents de l'Oficina de Patents i Marques Espanyola (OEPM) mostra que els centres tecnològics catalans han presentat aproximadament una tercera part de documents de patents, si es compara amb els centres tecnològics de referència de l'Estat espanyol.<sup>58</sup>

## 5.2 Contribució al coneixement i la innovació des de l'àmbit industrial

És difícil tenir una visió agregada de la contribució industrial de Catalunya tant en la participació de nou coneixement, publicacions, conferències o formació de doctors així com en la generació de patents o *start-ups*.<sup>59</sup> Una certa fragmentació en els informes i la dificultat a l'hora d'agregar dades fa difícil tenir una anàlisi acurada.

En aquest sentit, l'anàlisi de l'impacte d'una iniciativa com els Doctorats Industrials (DI), en què entre 2012 i 2020<sup>60</sup> s'han impulsat més de 694 projectes de doctorat en un entorn empresarial, amb la participació de 459 empreses, ens pot donar una percepció de la connexió del sector industrial amb el sector de recerca.

Un altre element, per analitzar la connexió entre coneixement i sectors industrials, són els clústers temàtics que s'han anat constituint en els darrers anys. Un clúster és una agrupació d'empreses (*start-ups*, pimes i multinacionals) i agents de l'entorn (universitats i centres de recerca i tecnològics) d'un determinat àmbit econòmic que comparteixen recursos, generen sinergies i es projecten internacionalment. Es tracta d'un instrument que permet millorar la competitivitat dels membres que en formen part, a partir del desenvolupament de projectes transformadors conjunts i la definició de reptes estratègics per al seu sector.

A Catalunya, els clústers representen el 30% del PIB (74.000 M€ de facturació agregada) i generen més de 300.000 llocs de treball. En formen part 2.600 socis, que representen un teixit divers d'actors, ja que el 66% són pimes, l'11% grans empreses, l'11% centres de recerca, universitats i proveïdors de coneixement, el 10% *start-ups* i el 2% altres agents de l'entorn.

<sup>58</sup> <http://invenes.oepm.es/InvenesWeb/faces/busquedaSimple.jsp>.

<sup>59</sup> Veg. Capítol 1 "Convenis amb empreses i institucions".

<sup>60</sup> <https://doctoratsindustrials.gencat.cat/els-doctorats-industrials/pla-de-doctorats-industrials/>.

Actualment 29 clústers formen part del programa Catalunya Clústers d'ACCIÓ,<sup>61</sup> una iniciativa que té com a objectiu ajudar-los a enfocar la seva estratègia, capacitar els *cluster managers*, cofinançar projectes estratègics i organitzar viatges a ecosistemes de referència per fer *benchmarking* internacional, i tancar projectes de col·laboració entre clústers catalans o amb entitats internacionals, entre d'altres.

## 5.3 Alguns sectors industrials rellevants en innovació <sup>62</sup>

### 5.3.1 Sector de les ciències de la vida

El sector de les ciències de la vida i la salut es pot definir com la combinació de 4 subsectors principals:

- ▶ Sector farmacèutic: les empreses farmacèutiques són societats comercials dedicades a la recerca, el desenvolupament, la producció i la venda de medicaments i altres productes destinats a la salut. Aquestes empreses solen ser grans i treballen amb components de marca registrada i genèrics.
- ▶ Les empreses de *medtech*, també conegudes com a empreses de productes i dispositius sanitaris, es dediquen a la recerca, el desenvolupament, la producció i la comercialització de sistemes i tecnologies per a aplicacions mèdiques en humans i animals.
- ▶ Les empreses de biotecnologia són les que utilitzen organismes vius o substàncies biològiques per al desenvolupament de productes i serveis amb aplicacions en nombrosos camps, com ara la gestió de residus, el processament d'aliments, l'agricultura i la indústria farmacèutica.
- ▶ *Digital health* fa referència a les eines i els serveis que fan servir tecnologies de la informació i de la comunicació (TIC) per a millorar la prevenció, el diagnòstic, el tractament, la monitorització i la gestió. Hi inclou la distribució d'informació i dades entre pacients i proveïdors de serveis sanitaris, hospitals, professionals de la salut i xarxes d'informació sanitària.

Catalunya es troba molt per sobre del seu pes pel que fa a la innovació en aquest àmbit (40% de la capacitat d'innovació espanyola del sector). Catalunya té 1.200 empreses (dades 2019) amb una facturació de 19.767 M€ (2018), la qual cosa representa el 3,5% del PIB de Catalunya amb 55.450 llocs de treball (2018). És el tercer sector principal de les *start-ups* a Catalunya amb 289 *start-ups* Health-tech. El 2020, el 41% de *spin-offs* pertanyen al sector de la salut.

Durant el període de 2015 a 2018 s'han multiplicat per tres les famílies de patents europees (EP), als Estats Units (US) i mundials (WO) amb 81 sol·licituds de patents l'any 2018 respecte les 27 de 2015. Entre les patents sol·licitades el 62% corresponen a empreses. L'àrea de Barcelona és, pel que fa a la biomedicina, el cinquè entorn tecnològic pel nombre total d'inversions de capital risc a nivell europeu, i es troba situada en la posició sisena entre els països amb més finançament d'R+D per part de la UE (2014-2019).

<sup>61</sup> <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/clusters/>

<sup>62</sup> <http://catalonia.com/industries-in-catalonia/sectors/chemical-energy-and-resources/>

<http://catalonia.com/industries-in-catalonia/sectors/design-industries/>

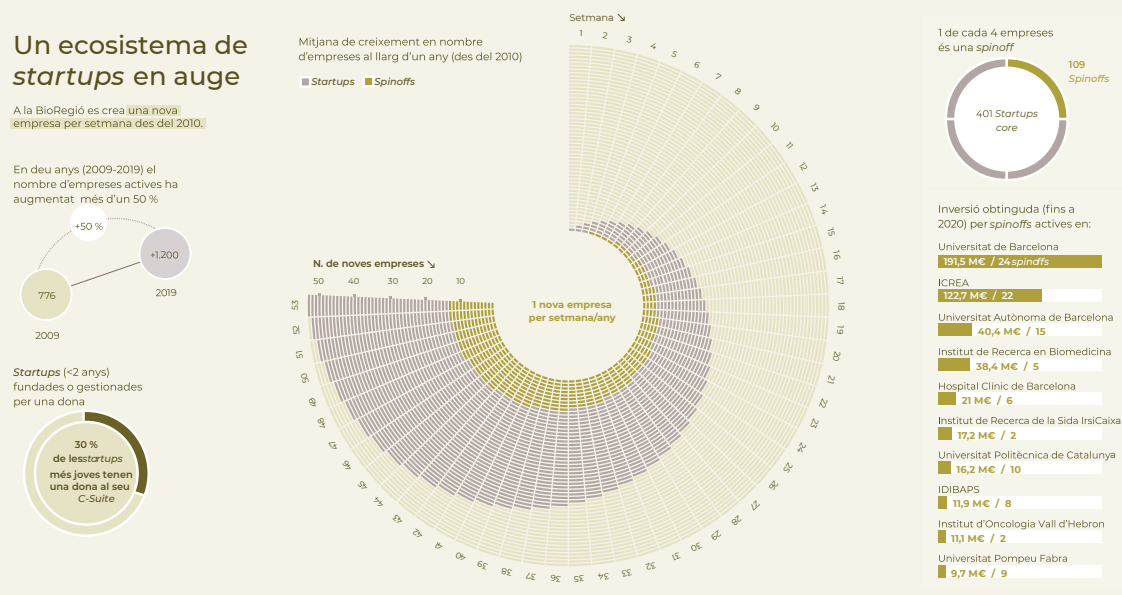
<http://catalonia.com/industries-in-catalonia/sectors/health-well-being-and-life-sciences-industries/>

<http://catalonia.com/industries-in-catalonia/sectors/sustainable-mobility-and-smart-cities-industries/>

<https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/infografies-accio>

[https://documents.fundaciorecerca.cat/20194859\\_CompasStudies\\_patentsuniv\\_abril2019.pdf](https://documents.fundaciorecerca.cat/20194859_CompasStudies_patentsuniv_abril2019.pdf)

Gràfic 19. Ecosistema de *start-ups* de la Bioregió de Catalunya. Font: Biocat



En el període 2015-2019 el nombre de patents (EP+US+WO) en l'àmbit de biomedicina a tot l'Estat espanyol incloïa 888 documents, dels quals 379 corresponien a Catalunya (42,7%).

Pel que es refereix als assaigs clínics actius (Biocat, 2019) a l'Estat espanyol, Catalunya ha participat en 776 assaigs clínics actius (d'un total de 1.697), que representa un 45,72%. Això la situa en setena posició absoluta dins els països europeus. Segons dades del Pla Profarma, del Ministeri d'Indústria, els assaigs clínics suposen la primera font d'ingressos privats per als hospitals espanyols i involucren uns 20.000 investigadors i 120.000 pacients.<sup>63</sup>

Segons dades de Farmaindustria, els instituts, hospitals i centres de Catalunya van rebre l'any 2019 el 25,7%, que és una quantitat de 135,6 M€ de tota la inversió denominada "extramurs", que és de 528 M€ de la indústria farmacèutica, que representa el 43,6% de tota la inversió total d'aquest sector (xifrada en 1.211 M€). Catalunya està situada en segona posició a nivell estatal, darrera de Madrid que rep el 27,95%. Aquestes dades de 2019 són pitjors per a Catalunya, si es comparen amb les dades de 2017 on, sobre una despesa "extramurs" de 542,1 M€, Catalunya rebia 132,7 M€ (24,47%) i Madrid 118,2 M€ (21,8%). Caldrà veure si aquesta tendència negativa continua o ha estat un efecte puntual.

### 5.3.2 Sector de l'automoció<sup>64</sup>

Catalunya és un important centre de producció de la indústria automobilística espanyola: 1 de cada 5 vehicles està produït a la regió. Això representa 143.400 persones i un volum de negoci 23.842 M€ (10,16 % PIB català) amb 10.895 empreses que representen l'1,8% de les empreses catalanes i el 15% del sector a l'Estat espanyol.

Diversos centres de recerca i tecnològics així com universitats participen en el clúster d'automoció així com dos centres de desenvolupament industrial el centre Seat (Volkswagen) i Nissan Technical Center Europe. Catalunya té la majoria d'unitats d'enginyeria en proveïdors de components Tier 1 i 2.

Així mateix, Catalunya és un dels centres d'enginyeria i R+D més grans d'Europa en el sector de l'automoció, així com un actor rellevant en el desenvolupament de solucions TIC i programari. La Inversió Estrangera Directa (IED), entre 2014 i 2018, ha representat 4.127,72 M€ invertits en 32 projectes. D'aquesta manera, Catalunya ha esdevingut la cinquena regió europea en inversió de capital. S'han identificat noves tecnologies que impacten en el sector de l'automòbil com ara el 5G, la intel·ligència artificial, la internet de les coses, les ciències quàntiques i la fòtonica, la nanotecnologia i els materials, la realitat virtual i augmentada, la impressió 3D/4D o la robòtica. Els grans reptes de vehicles de combustió alternativa o elèctrica, fabricació de components i peces, mobilitat i vehicle autònom i connectat són una gran oportunitat per a la innovació.

<sup>63</sup> Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2021).

<sup>64</sup> Informe maig 2019 i dades 2018.



### 5.3.3 Sector de les TIC i la transformació digital<sup>65</sup>

Barcelona ocupa la primera posició com a millor ciutat tecnològica del món que no és una capital, amb més de 1.700 *start-ups*, que generen 17.517 llocs de treball, de les quals un 22% d'aquestes treballen al sector de les TIC. Les TIC són la tecnologia que més inversors atrau (21%), seguida del big data (13%), la computació al núvol (13%) i la intel·ligència artificial (11%).

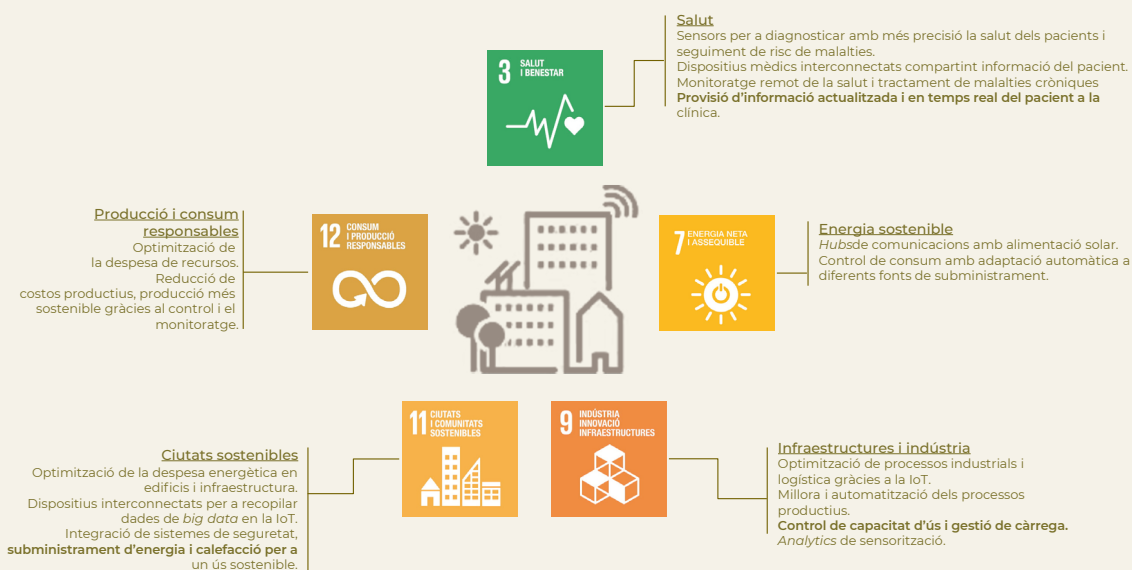
Amb 16.711 empreses en el sector (2020), el nombre d'empreses TIC ha experimentat un creixement constant a Catalunya: un 2,3% el 2020 i un creixement del 17% des del 2016. Amb 129.000 empleats (4t trimestre, 2020) el sector de les TIC aplega el 3,9% de la població ocupada a Catalunya, per sobre de la mitjana a l'Estat espanyol (2,8%). El sector de les TIC ha crescut un 5,5% el darrer any: 1.111 empreses, organitzacions, centres de recerca, importants fires i associacions professionals promouen i ofereixen activament productes i serveis per a la Indústria 4.0 a Catalunya. Catalunya ha esdevingut el primer laboratori obert 5G. Dins de l'estratègia digital per fer de Catalunya una nació digital de referència mundial, des del Govern s'ha fet una aposta per desplegar estratègies nacionals específiques en tecnologies disruptives com ara la 5G i la Blockchain i la intel·ligència artificial i el NewSpace per convertir-la en un pol tecnològic internacional. En el proper capítol es presenta una anàlisi del que representa la denominada Indústria 4.0 vinculada a les noves tecnologies de digitalització.

Del 2016 al 2020, les inversions tecnològiques representen el 33,8% del total de projectes d'inversió estrangera de Catalunya (262 de 775), un augment respecte el 28,8%, enregistrat entre el 2011 i el 2015. El 2020, les inversions tecnològiques representen el 35,7% del total de projectes d'inversió estrangera a Catalunya (50 de 140). Del total de 262 projectes d'inversió estrangera a Catalunya durant el període 2016-2020, el 84% són en el sector TIC.

### 5.3.4 Sector Internet de les Coses<sup>66</sup>

La Internet de les Coses (Internet of Things, IoT) consisteix a enriquir diferents dispositius amb informàtica integrada i connectar-los fent servir tecnologies estàndard. Això permet que diferents dispositius es comuniquin i interactuïn, tant entre ells com amb controladors més centralitzats. L'anàlisi de les dades recollides per aquests objectes permet prendre decisions i actuar o modular el seu comportament. El concepte d'IoT, segons quina sigui la seva àrea d'aplicació, pot adoptar diferents noms: *smart cities*, en el cas d'aplicacions urbanes; IoT industrial (IIoT) per a aplicacions industrials; *smart homes*, per a aplicacions domèstiques; vehicle connectat, en el cas dels vehicles, etc.

Gràfic 20. Internet de les coses i ODS. Font: ACCIÓ a partir de dades World Economic Forum, SmartCity Expo World Congress, ITU, CISCO, ERICSSON.



<sup>65</sup> ACCIÓ (2021b).

<sup>66</sup> ACCIÓ (2019).

Hi ha radicades a Catalunya 251 empreses dedicades a l'oferta de solucions IoT per a l'empresa, de les quals el 92,4 % són pimes. Aquest sector dona feina a 3.188 treballadors i factura 519,9 M€. Hi ha una forta connexió amb universitats i centres de recerca en aquest sector en l'ecosistema català.

### 5.3.5 Sector de la robòtica

S'han detectat 147 empreses que treballen amb robòtica a Catalunya, el 17,69% de les quals són start-ups. L'ecosistema de robòtica català és un ecosistema format, en un 89,80%, per pimes. A més, el 42,86% tenen menys de deu anys. S'estima que actualment a Catalunya hi ha uns 1.910 llocs de treball i una facturació anual de 460,67 M€ directament vinculats a la robòtica. El 43,86% de les empreses de l'ecosistema tenen una facturació anual superior al milió d'euros. El 36,05% de les empreses de l'ecosistema són exportadores i el 9,52% de les empreses tenen filials a l'estranger.

### 5.3.6 Sector químic

Amb una facturació de 18.502 M€ (2018) amb un increment del 10% respecte l'any 2016, al sector industrial químic, situat a Catalunya, li correspon el 43% de la facturació de l'Estat espanyol, esdevenint el segon sector de producció de l'economia catalana. Hi inclou 1.053 empreses, que representen el 29,2% del total, i aporta 36.459 treballadors, que significa el 38,7% dels treballadors del sector a l'Estat espanyol, amb unes necessitats d'R+D rellevants.

Durant la darrera dècada, el 48,2% de les exportacions de productes químics espanyols han estat catalanes, i el 17% del total de les exportacions catalanes han estat del sector químic, que han augmentat un 41,6% en aquest període de temps. En referència a la inversió estrangera, Catalunya és la tercera regió d'Europa occidental en nombre de projectes; la cinquena, en matèria d'inversió de capital; i la sisena, en creació d'ocupació del sector químic (2015-2019). Catalunya disposa de tres pols ben diferenciats en el sector químic: Tarragona, el Vallès i Barcelona. Per exemple, ChemMed<sup>67</sup> a Tarragona, és un clúster químic industrial, logístic i acadèmic en què hi ha més de cent empreses. En l'àmbit d'incorporació de noves tecnologies als reptes de futur, àmbits com ara l'economia circular, plàstics biodegradables o nous materials per impressió 3D esdevenen grans oportunitats.

Finalment, cal dir que la suma dels apartats d'aquest capítol 2, i també l'apartat 2 del capítol 3, dona una visió àmplia de l'evolució de la transformació industrial a Catalunya en R+D+I i, en especial, del sector biotecnològic, ciències de la salut i transformació digital.

## 6. Excel·lència i internacionalització

En els darrers anys, pel que fa al tema d'excel·lència cal fer esment del programa Severo Ochoa – María de Maeztu, l'acreditació de l'Institut de Salut Carlos III (ISCIII), l'obtenció d'ajuts de l'European Research Council (ERC) i el programa ICREA.

El programa Severo Ochoa es va iniciar l'any 2011 amb l'objectiu d'impulsar la qualitat de la recerca científica estatal mitjançant el reconeixement dels millors centres (a partir de 2014 es 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 recerca.

En el cas dels centres de recerca sanitaris, l'acreditació es fa a través de l'Institut de Salut Carles III (ISCIII), amb el reconeixement com a institut d'investigació sanitària acreditada.

Fins ara s'han fet 10 convocatòries (2011-2020) amb dos cicles complets de 4 anys (2011-2014 i 2015-2018). En total, durant aquests 10 anys, s'han atorgat 66 distincions Severo Ochoa, tot sumant els resultats de les 10 convocatòries, de les quals 31 han estat per a centres de recerca radicats a Catalunya. Si s'analitza cada un dels cicles complets, durant el cicle 2011-2020 es van atorgar 20

<sup>67</sup> <http://www.chemmedcluster.com/es/>

distincions en total, amb 9 per a centres de Catalunya, mentre que, en el període 2015-2018, es van atorgar 29 distincions amb 13 per a centres de recerca catalans. En el cas del bienni 2019-2020, s'han atorgat 17 distincions, amb 9 distincions per a centres catalans.

En el cas dels centres que tenen la distinció Severo Ochoa vigent, l'any 2019 hi havia 28 centres de recerca amb acreditació, dels quals 14 es troben a Catalunya.<sup>68</sup> Dels 14 centres, 2 són instituts del CSIC; a d'altres 2, el CSIC en forma part; 1 forma part d'una gran infraestructura; i 11 tenen consideració de centres CERCA.<sup>69</sup>

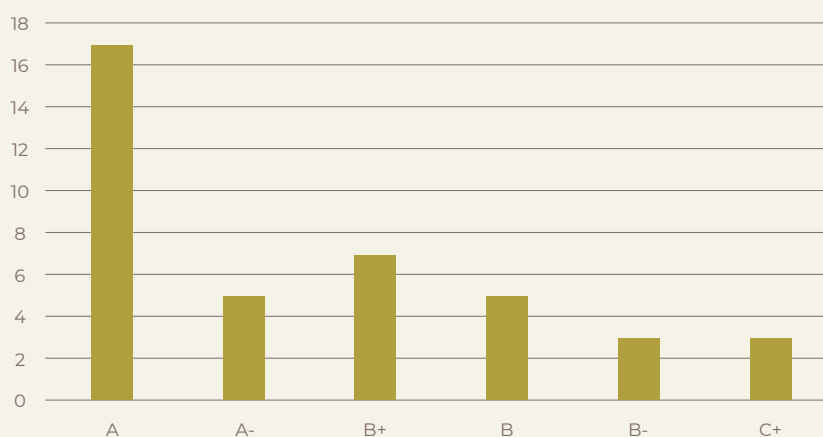
L'acreditació dels instituts de recerca sanitària vinculats a hospitals es fa mitjançant un procés per avaluar si l'institut de recerca sanitària té una governança eficaç, amb l'estratègia d'assegurar els recursos, capacitats i rendiment científic necessaris per produir un impacte de millora en la salut de les persones i en la societat. Per això, es valora com estan constituïts, la seva forma de treball i els resultats que assolixen els grups de recerca i unitats de suport d'aquests instituts. 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.

Quant als instituts de recerca sanitària acreditats per l'ISCIII, hi ha 32 centres a l'Estat espanyol, dels quals 7 es troben a Catalunya.<sup>70</sup>

En el cas dels centres de recerca CERCA s'ha engegat en els darrers anys un procés d'avaluació de l'activitat dels centres. 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 aquesta segona avaluació CERCA, a més de l'informe executiu que elabora cada comitè avaluador, es va incorporar una valoració (A, B, C, D) en funció del rendiment de cada centre. Es buscava incentivar les activitats de recerca directament relacionades amb els objectius fundacionals dels centres i les accions necessàries per promoure-les. Com a resultat d'aquest programa d'incentius, set centres han rebut un finançament extra a través de la convocatòria In-CERCA. Amb un any de retard, per l'afectació a causa de la pandèmia mundial, CERCA ha iniciat la tercera avaluació, que finalitzarà el 2023. Dins del 2021 està previst avaluar onze centres CERCA.<sup>71</sup>

Tal com mostra el gràfic 21, d'acord amb els resultats de l'avaluació 2016-2019, 17 centres, dels 39 avaluats, han obtingut una A:

Gràfic 21. Resultats de l'avaluació 2016-2019. Font: i-CERCA



<sup>68</sup> <http://www.aei.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=d4c3eaabb4bb5510VgnVCM1000001d04140aRCRD>

<sup>69</sup> En la darrera resolució de Centros Severo Ochoa, convocatòria 2020, un nou centres CERCA ha aconseguit aquesta menció d'excel·lència.

<sup>70</sup> [https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/sanidadDatos/tablas/tabla29\\_2.htm](https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/sanidadDatos/tablas/tabla29_2.htm)

<sup>71</sup> Memòria i-CERCA 2020 Patronat i-CERCA.

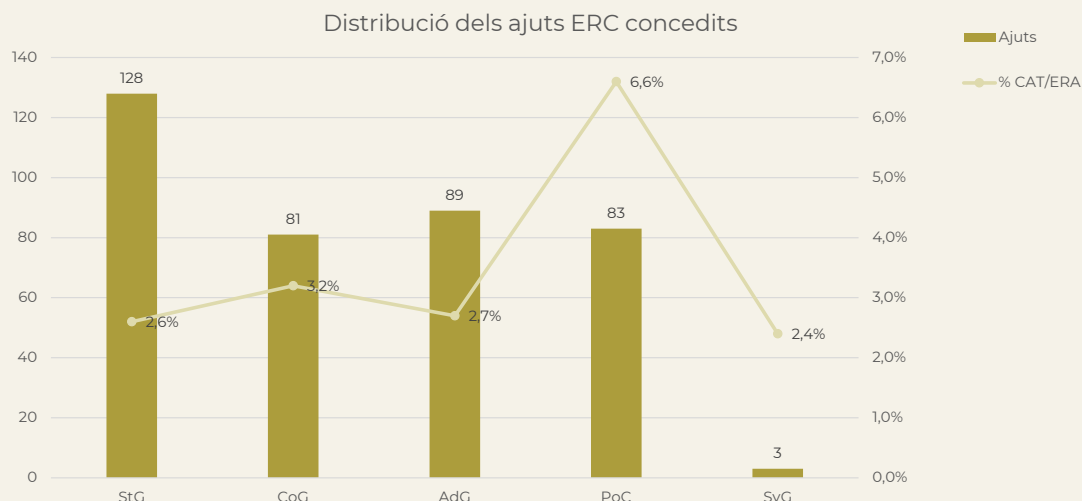
Aquest procés, que caldrà anar enriquint en futures avaluacions, permet anar millorant el sistema de centres CERCA. Alhora va lligat a l'obtenció d'incentius de millora de finançament basats en els resultats d'avaluació assolits.

Un altre model que ha esdevingut sinònim d'excel·lència acadèmica a escala mundial és ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats) que va néixer com a resposta a la necessitat de noves fórmules de contractació, que permetessin competir a Catalunya en condicions d'igualtat amb altres sistemes de recerca, per a contribuir a dotar les nostres universitats i centres de recerca del personal científic i acadèmic més extraordinari i amb més talent. Actualment ICREA té investigadors d'arreu del món i 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. La memòria ICREA 2020 indica que, dels 269 investigadors contractats per ICREA distribuïts entre les universitats, centres de recerca i el CSIC, el 40% són de procedència internacional, on hi ha representades 27 nacionalitats.

## 6.1 Obtenció d'ERC Grants

Pel que fa referència a investigadors amb ERC, Catalunya, segons dades del 2019, va obtenir molt bons resultats tot captant el 3,2% dels ajuts atorgats per la UE amb l'1,5% de la població. S'han obtingut fins al moment 379 ERC a Catalunya que representen 581 M€, la qual cosa equival al 3,2% del programa. El seu repartiment per àmbits temàtics és del 44% en ciències físiques i enginyeria; del 27% en ciències socials i humanitats; i del 29% en ciències de la vida.

Gràfic 22. Nombre d'ajuts ERC: percentatge de finançament corresponent a cada tipus d'ajut; nombre de projectes. Font: AGAUR <sup>72</sup>



L'ERC distribueix cinc tipus d'ajut, quatre d'ells de caràcter individual. Les Starting Grants (StG) per a investigadors joves fins a 7 anys després de l'obtenció del doctorat; les Consolidated Grants (CoG), entre 7 i 12 anys després de la tesi doctoral; i les Advanced Grants (AdG), amb més de 12 anys amb posterioritat de la tesi doctoral. Les Proof of Concepts (PoC) són per a persones que han tingut algun dels ajuts anteriors i dels resultats de la seva recerca es deriva un projecte que pot tenir impacte en transferència i innovació. Finalment els Synergy Grants (SyG) inclouen equips d'entre 2 i 4 investigadors principals que treballen en un projecte comú. Al gràfic 22 es pot observar el nombre de projectes totals obtinguts per cada tipologia i el percentatge dels recursos que s'han aconseguit portar a Catalunya del total del programa. Cal destacar que Catalunya, respecte als resultats totals de l'Estat espanyol, representa en StG (46,4%); CoG (52,9%); AdG (53,2%); PoC (63,3%) i SyG (37,5%).

D'altra banda, la distribució dels ERC captats a Catalunya indiquen que el 51% han anat a centres de recerca CERCA; el 35%, a universitats; el 8%, a centres CSIC; i el 6%, a d'altres institucions, incloent-hi infraestructures científiques.<sup>73</sup> Això indica que CERCA ha obtingut 186 ERC i es pot observar que té 32 científics més citats.<sup>74</sup> En el cas dels centres BIST han obtingut 142 ERC entre 2007-2020 (76% del sistema CERCA), dels quals 17 es van concedir durant el 2019 i 8, el 2020. Durant el període 2007-2021 aquests ERC han estat concedits a 79 investigadors/investigadores BIST, la qual cosa vol dir que la ràtio de concessions/investigador és força elevada, amb alguns investigadors/investigadores que han aconseguit fins a quatre o cinc ajuts de l'ERC.

<sup>72</sup> AGAUR (2021).

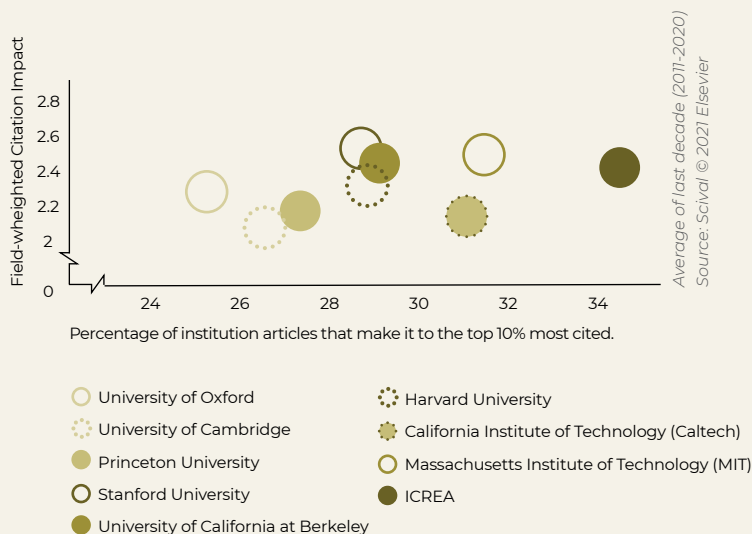
<sup>73</sup> Dades CERCA-AGAUR fins a gener 2021.

<sup>74</sup> Clarivate Analytics.

Cal assenyalar que els investigadors/investigadores ICREA han aconseguit el 50% dels ajuts ERC que han vingut a Catalunya (40% per concessió directe a un centre o universitat catalana i 10% per mobilitat de l'investigador a una entitat de Catalunya). A més 7 investigadors ICREA (2,6%) estan entre l'1% dels investigadors mundials més citats segons l'anàlisi de Clarivate Analytics. La rellevància i la progressió del sistema ICREA es fa palesa d'acord amb les dades de l'any vigent que mostren com de les 379 ERC a Catalunya, 202, és a dir el 53%, han estat atorgades a professors d'investigació ICREA.

Gràfic 23. Citacions i impacte de les publicacions científiques d'ICREA. Font: ICREA

Si s'analitzen les dades del gràfic 23, i a més es tenen en compte tota la informació que fa referència al conjunt de centres CERCA entre 2017-2020, es pot afirmar que no només el conjunt d'investigadors ICREA, sinó també el sistema de centres CERCA (7.985 investigadors) ocupa una posició molt destacada internacionalment, ja que té un índex d'impacte normalitzat de 3,98 i un percentatge d'articles entre el 10% més citat del 42,2% dels articles.



## 7. Valoració de la situació del sistema d'R+D no universitari a Catalunya. Conclusions

El sistema d'R+D no universitari inclou un conjunt rellevant d'institucions públiques, privades sense ànim de lucre i del sector industrial que s'ha desenvolupat, principalment, en els darrers 25 anys. Això fa que en alguns casos faltin dades agregades i estructurades per fer una anàlisi global i comparativa amb altres sistemes de recerca. Aquest informe ha de servir per detectar aquestes mancances i permetre un repositori d'indicadors i dades de tot el sistema de recerca i innovació de Catalunya. Ja hi ha en marxa diverses iniciatives en aquest sentit, i la creixent digitalització de la nostra societat ha de facilitar el procés.

A l'inici del capítol, s'ha fet una breu introducció de les diferents entitats que formen part del ecosistema d'R+D no universitari. S'ha intentat incloure els indicadors i les informacions existents de les agrupacions més destacades, però cal ser conscient que manquen dades sobre les contribucions d'entitats dedicades al suport i difusió de la ciència, entitats d'abast més comarcal o local o també dels sectors industrials més tradicionals.

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 que, quan es col·labora entre institucions, es focalitzen recursos i es dota d'agilitat administrativa orientada a la recerca, es poden aconseguir resultats rellevants. 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 la ICREA, tot hi 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. Per aquesta raó, una millora en la coordinació, col·laboració i permeabilitat entre el sistema universitari i el sistema de centres CERCA esdevé essencial per obtenir una millora de resultats i una major fortalesa del sistema de recerca i innovació de Catalunya.

Una inversió pública i privada molt per sota dels indicadors de la mitjana europea, i no diguem de les regions capdavanteres en ciència i innovació, és el primer element per a destacar de l'anàlisi realitzada. No podem ser competitius, generar llocs de treball i benestar econòmic i social si es destinen a la ciència i la 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 fugida de talent i la pèrdua de competitivitat. Cal considerar que el darrer informe de la UNESCO sobre la ciència<sup>75</sup> indica que la mitjana d'inversió en recerca al món sobre el PIB era de 1,79% el 2018 (a Catalunya, 1,52%) i que el creixement de la despesa mundial en R+D va ser del 19,2% entre 2014 i 2018, fet que no va succeir a Catalunya.

En aquests darrers anys els indicadors de producció de coneixement, publicacions, patents han permès situar 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) per atraure molts recursos competitius. No obstant això, l'anàlisi dels indicadors mostra també un esgotament del sistema 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. És per això que els acords del Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement de l'any 2020 i 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, són esperançadors si s'acaben concretant en els pressupostos de la Generalitat dels propers anys. També els fons Next Generation han de ser una oportunitat per generar sinergies en àmbits científicotecnològics de gran futur i lligats als objectius de desenvolupament sostenible.

En l'àmbit dels recursos humans, els indicadors constaten una manca de nombre del personal investigador a Catalunya, segurament vinculada a les limitacions en recursos econòmics disponibles i també a causa d'una forta desigualtat de gènere en les posicions de lideratge científic i tecnològic, que no sembla que disminueixi amb la rapidesa que seria de desitjar. Així, les dades actuals indiquen que en el lideratge de grups de recerca emergents i en les posicions d'investigador principal "júnior" es manté la forta desigualtat entre homes i dones. Això és preocupant, ja que no permet preveure a curt termini arribar a una igualtat de gènere en les posicions de lideratge. També es constata la dificultat d'accés dels joves investigadors a posicions consolidades dins els 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), 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 competitius. Aquest procés fa molt difícil l'estabilització d'investigadors/ investigadores que no arribin a ser caps de grup, ja que els actuals fons basals no permeten personal investigador sènior amb contracte indefinit i, per tant, 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.

La incorporació de caps de grup als 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.

Finalment, caldria considerar en la carrera acadèmica universitària que es faciliti la mobilitat cap a altres agents del sistema de coneixement com, per exemple, els centres de recerca, centres tecnològics o el mateix teixit productiu, que pot i ha d'incrementar la incorporació de talent per aprofitar més i millor les potencialitats del coneixement generat i una economia basada en el coneixement.

---

<sup>75</sup> UNESCO (2021).

Els programes de retenció i atracció de talent, en una economia industrialitzada com la catalana, han d'incorporar tant una formació STEM (ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques, per la sigla en anglès), com evitar la pèrdua de talent que es detecta en el biaix de gènere en la selecció i en el sostre de vidre de la carrera professional de les dones científiques.

D'altra banda, la carrera acadèmica en l'àmbit de la salut i a d'altres titulacions professionals mereix una especial atenció. El marc legal de l'Estat espanyol estableix, des dels anys 80, una normativa específica per a les professions sanitàries, amb especial concreció en la carrera professional en l'àmbit acadèmic assistencial per als professionals sanitaris.

En l'àmbit de la transferència i la innovació, Catalunya ha de fer un esforç important ja que els indicadors sobre innovació són inferiors comparativament a altres regions de l'Estat espanyol i també quan els comparem amb regions i països europeus de mida similar a Catalunya. En la majoria dels casos, Catalunya no disposa de grans empreses multinacionals que siguin tractoras de les petites i mitjanes empreses involucrades en noves tecnologies i processos industrials innovadors. Aquest fet juntament amb la mida de moltes de les empreses catalanes en dificulta la capacitat per innovar. Si s'analitzen alguns dels clústers sectorials, es pot afirmar que el sistema de recerca de centres es pot considerar un clúster en si mateix, generador de coneixement tant pel seu volum de facturació com pel nombre de llocs de treball directes que proporciona.

Per tal de millorar en l'àmbit de la valorització i la transferència cal una coordinació millor 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 massa temps, a causa de la crisi econòmica, la visió estratègica de moltes entitats, tant públiques com privades, s'ha centrat en la supervivència 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 complementàries 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 i llarg termini, basats en programes que incorporin els diferents agents d'un sector, en una visió comuna, com la que planteja la Comissió Europea dins els objectius de les missions, resta efectivitat al sistema. En concret, 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 cap a producte. Segurament un excés de burocràcia i una gestió més orientada a assegurar el formalisme que a l'obtenció de resultats ha llastat molt aquest programa.

En referència a la recerca i innovació industrial, es detecta una manca d'inversió privada en R+D, que es situa força lluny de la mitjana europea, i una capacitat d'innovació que en els darrers anys presenta una certa debilitat. No obstant això, al sector minoritari d'empreses innovadores i en la generació de *start-ups* hi ha un fort dinamisme que, amb els incentius adequats, hauria de permetre una recuperació de la capacitat productiva i industrial en els propers anys. En vista de 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, tot connectant millor el que poden oferir les entitats de recerca i els centres tecnològics. Pot ser paradigmàtic, per exemple, el model de la societat Fraunhofer d'Alemanya, on una de les seves virtuts i fortaleces és l'estreta connexió entre els centres que pertanyen a aquesta societat i les universitats, en què, per exemple, els directors dels centres, i també molts dels caps de departament dels "centres Fraunhofer", són professors universitaris, la qual cosa facilita la connexió del coneixement cap a les necessitats d'innovació productiva.

Les noves tecnologies són una nova oportunitat per a la reindustrialització de Catalunya i el sistema de coneixement propi és una peça fonamental per formar i retenir talent, així com per generar noves iniciatives empresarials sorgides de la interacció publicoprivada. Els exemples de noves empreses generades pel sistema de coneixement i les inversions en els darrers anys de capital risc en aquestes iniciatives són una oportunitat de cara al futur.

El sistema de recerca no universitari ha assolit una indicadors d'excel·lència i internacionalització que el situen en 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 que Catalunya sigui també reconeguda internacionalment com un pol de coneixement i de talent. Ara bé, no es pot pensar que no que no cal fer res més només pel fet que, fins ara, el sistema ha funcionat prou bé, ja que, 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 la societat. Alguns dels indicadors mostren aquesta capacitat emprenedora i creativa. Això requereix un nou impuls inversor i un conjunt d'incentius i mesures estratègiques que permetin seguir millorant a 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 per situar Catalunya en l'objectiu de la mitjana europea és una aspiració que s'ha d'assolir en pocs anys, per tal de consolidar els bons indicadors de què es parlen en aquest informe i millorar aquells en què encara hi ha molt de recorregut, fins reeixir un sistema de recerca i innovació, generador de prosperitat i benestar, adaptat a les necessitats de Catalunya en aquest segle XXI.

L'informe sobre ciència de la UNESCO, en el seu inici, assenyala que "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". Finalment, conclou tot afirmant que "(...) els països hauran d'invertir més en recerca i innovació per portar a terme la seva doble transició digital i econòmica".



## Capítol III: Impacte socioeconòmic de la recerca a Catalunya

Alícia Casals i Gelpí  
Pere Puigdomènech  
Jordi Suriñach

## Resum executiu

La recerca afecta la societat des de múltiples vessants i molts col·lectius diferents. En aquest capítol s'efectua una breu anàlisi i reflexió sobre els retorns que la recerca té sobre aquesta. Cal tenir en compte que quan es parla de recerca, s'ha d'entendre en sentit ampli, és a dir, totes aquelles activitats d'R+D+I. L'objectiu és explicitar com la recerca bàsica, la més aplicada, el desenvolupament i la innovació ajuden la societat a assolir un millor benestar. Alguns dels retorns de la recerca són quantificables (monetàriament o en altres unitats de mesura, com ara reducció de defuncions, malalts) i d'altres són intangibles o psicològics (com els més adequats hàbits de vida), més difícils, per tant, de mesurar.

No és objectiu d'aquest capítol detallar la quantitat de recerca que es fa, ni els agents que les duen a terme. Altres capítols d'aquest informe ja ho analitzen. De la seva lectura es poden treure conclusions sobre la posició de Catalunya respecte al seu entorn més immediat (Estat espanyol) i internacional. El punt de partida, però, és que estem davant d'una activitat molt rellevant, d'elevat impacte, realitzada per diferents agents, tant de l'àmbit públic com privat (entre els quals cal destacar les universitats, centres de recerca i les empreses).

Encara que en ocasions és difícil separar els impactes de la recerca, ja que una mateixa activitat té conseqüències en molts àmbits, de cara a estructurar la presentació, successivament, es farà l'anàlisi en seccions separades, tot i que insistim que sovint se superposen. Una primera part fa referència als efectes socials en un sentit més ampli, mentre que la segona se centra en una mesura més quantitativa dels efectes econòmics, amb les seves lògiques implicacions socials.

Aquest capítol s'elabora quan encara estem immersos en la pandèmia covid-19 que ha impactat fortament en l'àmbit socioeconòmic mundial i sobre la vida de moltes persones. Potser, però, que una de les seves conseqüències més rellevants sigui la conscienciació de la societat en la importància de destinar fons a l'R+D+I, no només com un objectiu important per avançar en el coneixement en si mateix, sinó per aconseguir fites específiques com ara la millora del benestar, la salut, la prosperitat econòmica i la sostenibilitat ambiental. Tal com assenyala l'Informe Cotec (2020) "la ciència i la innovació són fonamentals per enfrontar-se a grans reptes socials i per trobar solucions als problemes complexos que porten associats, anant molt més enllà dels clàssics objectius d'avançar en la frontera del coneixement i impulsar la competitivitat de les economies".

## 1. Impacte social

La formació en estudis superiors i l'R+D+I tenen molts efectes que van més enllà de l'augment del coneixement i d'aquells que són estrictament econòmics. Són molts els autors que defensen la relació existent entre el nivell educatiu assolit i l'estat de salut dels ciutadans, el nivell de qualitat de vida, el seu nivell de participació social o, més recentment, el seu nivell de conscienciació mediambiental. Molts d'ells es centren més en els efectes associats al conjunt de l'activitat universitària (formació, recerca i transferència de coneixement), que no pas estrictament en els de l'R+D+I (feta també per altres agents com ara empreses o centres de recerca).<sup>76</sup> Per això, en primer lloc, s'exposen alguns dels àmbits de recerca que es consideren de més rellevància actualment com a base del progrés i, finalment, s'avalua la ciència com a impuls social, on cal mencionar l'efecte de la recerca en un món global, així com l'impacte propi de la recerca a Catalunya. En particular, cal destacar que caldria avaluar l'impacte que té la recerca que es du a terme a Catalunya, tant dins de l'àmbit del país com en relació amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), que han estat aprovats per les Nacions Unides. No sempre aquella recerca, que té objectius considerats com a vàlids a l'entorn europeu, és coherent amb aquests objectius globals. Aquesta podria ser una reflexió necessària a la hora d'avaluar i prioritzar la recerca en el futur pròxim.

Tal com s'assenyala a l'informe de l'ACUP del 2017, hi ha molts efectes socials associats especialment a l'activitat universitària i a la formació superior. Entre ells cal esmentar els següents:<sup>77</sup>

1. l'interès, compromís i participació en la política, així com l'augment de l'estabilitat política;
2. la major satisfacció dels graduats i l'ampliació del seu cercle social;
3. una major consciència i preocupació mediambiental;
4. un capital social més elevat (afecte, confiança, tolerància, interrelació social, cooperació) i les oportunitats que aquest genera;
5. una cohesió social més gran dels graduats universitaris, que es manifesta en una percepció més gran dels rols de gènere, unes actituds més tolerants envers els immigrants i les noves dinàmiques migratòries, o l'augment de la propensió al voluntariat;
6. la millora de la salut, l'esperança de vida, d'hàbits saludables, i la criança dels fills;
7. la reducció de la delinqüència;
8. la disminució dels costos de l'Estat en concepte de prestació de serveis d'assistència social.

Entre les línies que es prioritzen en recerca a Europa aquest capítol es centra en l'àmbit de la salut, l'alimentació i també en els objectius del nou programa d'R+D a nivell europeu, els quals posen especial èmfasi en la sostenibilitat, el Green Deal, i la transformació digital. En aquest capítol es tracta, en primer lloc, la necessitat de la recerca com a recurs bàsic, i es concreten alguns àmbits a Catalunya, per abordar, després, l'impuls social que comporta.

### 1.1. La ciència com a recurs bàsic. El coneixement científic com a fonament del progrés

Antigament el progrés es basava en la gestió i tractament dels recursos com ara l'aigua, l'energia i les matèries primeres. L'evolució ha portat a incorporar el coneixement també com a recurs bàsic que contribueix a generar avenços i oportunitats, mentre que la manca de coneixement genera marginació i dependència. El coneixement és el resultat del conreu de la ciència al llarg de la història.

<sup>76</sup> Veg. McMahon (2009), Brennan et al. (2013, 2015) i BIS (2013).

<sup>77</sup> Veg. Brennan et al. (2015), Savage i Norton (2012), DeClou (2014), Hout (2012), Glaeser et al. (2006), Curtis et al. (2008), Higher Education Quality Council of Ontario (2013), Dziechciarz-Duda i Król (2013), McMahon (2009), UUK (2015) i Cadence-Economics (2016).

Les ciències provenen de distints territoris com ara Mesopotàmia, Egipte, la Xina o l'Índia, però és a la Grècia Clàssica on s'origina la base del mètode científic que va facilitar que es produïssin importants avenços en múltiples camps del coneixement com ara la geometria i l'astronomia. En el renaixement, amb l'observació i el pensament humanista, comença la ciència moderna en medicina amb l'estudi del cos humà i la mecànica que, amb l'aparició de dispositius com ara la impremta, produeix avenços molt significatius. Durant el segle XVIII es desenvolupa la il·lustració que es quan s'acaba definint el que coneixem com a mètode científic. El progrés més ràpid en els darrers segles porta, al segle XIX, grans avenços en química, en matemàtiques i en física, entre d'altres (Puigdomènech, 2020).

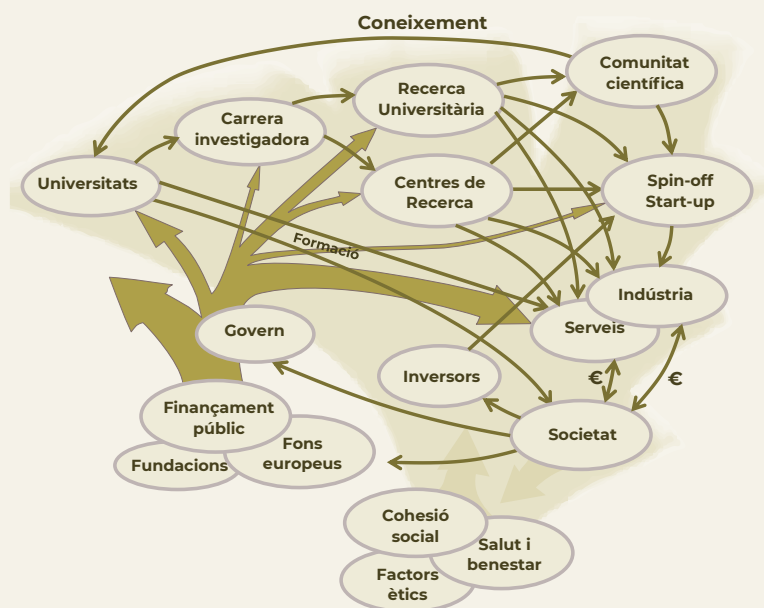
Al tombant del segle XX s'obre una nova dimensió amb la revolució científicotècnica, fruit de l'aliança entre la ciència i la tecnologia, la qual cosa comporta un avenç rellevant del progrés. Alhora, nous mètodes i conceptes van revolucionar la biologia. Això va produir un gran impacte sobre la ciència i la indústria, però també sobre la visió que es tenia del món i de l'ésser humà, gràcies a noves aportacions a la medicina i sobre la influència de l'espècie humana en el planeta. A la dècada del 1990 sorgeix el concepte de la triple hèlix, tot referint-se a les necessàries relacions entre universitat-indústria i govern en la societat del coneixement, per potenciar la transferència i aplicació del coneixement, i fer arribar el seu impacte a la societat. La societat avança veritablement quan és capaç de generar més recursos econòmics i quan incorpora cultura i coneixement. El concepte de triple hèlix ha evolucionat i ha anat incorporant noves dimensions i elements. Mentre la triple hèlix considera el coneixement com un dels motors de l'economia, la quarta hèlix incorpora la importància del coneixement per a la societat i la democràcia. L'informe Friedl-Volpe (Friedl i Volpe, 2016), recollit pel Comitè de les Regions de la UE, sense reflectir la visió oficial, fa un estudi i una comparativa de l'efecte accelerador de la quarta hèlix a les regions d'Europa. La preocupació creixent pel medi ambient ha portat a considerar també la transició socioecològica de la societat i l'economia com a cinquena hèlix (Carayannis et al., 2012).

Ara estem davant el que s'anomena transformació digital, que implica formació i coneixement. Per això es parla de ciència com a recurs. Una característica d'aquesta època és la velocitat dels avenços i canvis científics i tecnològics que obliguen a adaptar-se a les transformacions que caracteritzen els nous llocs de treball, així com a les oportunitats que apareixen d'endegar nous negocis i noves professions. Són oportunitats que facilita la tecnologia i l'adaptació necessària deguda tant a les limitacions dels recursos de la terra, com a la necessitat d'afrontar els reptes del canvi global.

El gràfic 24, que ja recull aquestes noves dimensions, mostra la gran interrelació entre els diferents agents de la cadena, que va des de la formació fins a la generació del coneixement i la seva aplicació en els diferents sectors econòmics. Aquest coneixement és possible amb el suport econòmic que es genera, principalment pel retorn de la indústria a la societat i també en aquelles circumstàncies en què les polítiques fiscals l'afavoreixen. A Catalunya, condicionats pel marc de l'Estat espanyol, la carrera científica està poc potenciada, tot i que tenint en compte els limitats recursos que s'hi esmercen, genera excel·lents resultats. En canvi, la innovació i la transferència del coneixement cap als diferents sectors econòmics, té uns resultats molt més discrets. Hi ha múltiples aspectes de la innovació que cal millorar, entre aquests, però, també voldríem esmentar que, en gran part, és una tasca que fins ara ha estat poc valorada en l'avaluació de l'investigador, tot i la seva repercussió social i econòmica. Aquest aspecte limita encara més la transferència i la creació de *spin-offs* i *start-ups*, i en conseqüència el seu pas cap a una indústria que generi riquesa al país. La recerca produeix major coneixement i desenvolupament social, el qual comporta una major cohesió social que propicia polítiques més favorables a una recerca més eficient i sostenible.

Tot i l'evidència que la recerca és universal i els resultats s'utilitzen arreu, en major o menor grau, el fet de tenir els coneixements que aporta la recerca pròpia permet tenir més independència científica i tecnològica i una millor capacitat de comprendre-la i d'explotar-la, tot aconseguint un impacte més gran. El camí és, doncs, potenciar la societat del coneixement. Catalunya ha apostat per la recerca de qualitat en diversos àmbits i, recentment, ha definit l'estratègia per un avenç que impliqui al màxim la societat amb l'elaboració del Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement (PN@SC-2020) i l'avantprojecte de la llei de la ciència.

Gràfic 24. Visualització de la gran interacció entre els agents que componen la quintuple hèlix, coneixement, indústria, govern, societat, democràcia i socioecologia. Font: elaboració pròpia



## 1.2. La recerca en camps estratègics a Catalunya

A Catalunya s'han anat consolidant un conjunt de sectors estratègics, d'entre els quals escollim quatre com a exemples: la biotecnologia, les ciències agroalimentàries, la recerca mediambiental i la recerca tecnològica. Però, tot i això, cal notar que la recerca és molt dinàmica i s'associa a tots els àmbits. I aquesta dinàmica obliga a afrontar importants reptes per adaptar-se als canvis tecnològics i a l'activitat global. Prova d'això és que emergeixen noves línies de recerca i desenvolupament tecnològic que aporten noves oportunitats de progrés. En són un exemple els nanosatèl·lits que, tot i que com a país no podem aspirar a seguir la cursa espacial, permeten fer una petita incursió en la recerca aeroespacial i les seves aplicacions. Un altre repte actual molt concret és la transformació de tota la zona industrial del sector automobilístic, i aquesta decisió estratègica, segons es triï una activitat o una altra, serà important de cara al futur (bateries, motos i cotxes elèctrics...). Exemples com aquests són oportunitats que cal aprofitar.

### 1.2.1. Biotecnologia i les ciències de la salut

La nova etapa de l'impacte de les noves tecnologies biològiques, sobre un conjunt múltiple d'aplicacions que han acabat al mercat, s'ha de situar a la fi dels anys setanta. És en aquest període en què es confirma que les eines basades en les tecnologies de l'ADN tindran un ventall considerable d'aplicacions. Aquestes tecnologies van ser patentades per universitats californianes que en van treure royalties significatius, mentre que els investigadors van fundar empreses com ara Genentech o Biogen que en van ser les més emblemàtiques. Apareix, alhora, la necessitat de regular unes tecnologies amb efectes potencials sobre la salut i d'invertir en un dels sectors més prometedors per les seves aplicacions ben diverses. A Europa, una de les primeres iniciatives de prioritització de la recerca va ser el Biomolecular Engineering Programme (1982-1986) que va ser seguit en successius programes d'inversió en biotecnologia i que ha acabat incorporat als programes marcs de la Unió Europea. També a l'Estat espanyol la primera acció de política científica va ser el Programa Mobilitzador de Biotecnologia l'any 1985. A Catalunya s'endega l'any 1990 un pla estimulador de la biotecnologia, que promou accions per posar en contacte els investigadors de les universitats i centres públics de recerca amb empreses. L'any 1994 la Generalitat de Catalunya comença la creació dels centres de referència amb la finalitat de coordinar la recerca que fan diferents grups en un àmbit de la ciència i per estimular la seva relació amb els àmbits econòmics. El primer d'aquests centres de referència és el de biotecnologia. Cal destacar, també, que l'any 1998 es posa en marxa el primer grau en Biotecnologia de l'Estat espanyol com a títol propi, que queda reconegut com a llicenciatura en Biotecnologia l'any 2003. Actualment, la majoria de les universitats catalanes ofereixen aquest tipus de grau. L'acció pública d'estímul a la biotecnologia ve, per tant, de lluny i és probable que sigui una de les raons per les quals el sector econòmic relacionat amb ciències de la vida representi un percentatge significatiu de l'economia catalana.

Una de les organitzacions que són actives en l'àmbit de les indústries relacionades amb les ciències de la vida a Catalunya és Biocat, una fundació que existeix des de l'any 2005, la qual hereta algunes de les accions d'estimulació precedents. Una de les seves accions és l'elaboració d'un informe sobre la situació a Catalunya d'aquest sector. L'any 2020, l'informe ha estat elaborat de forma conjunta entre Biocat i l'Associació CataloniaBio & HealthTech, que agrupa més de 180 empreses del sector de la biomedicina i la salut a Catalunya i actua com a dinamitzador del sector, tot proposant accions estratègiques i duent a terme activitats que promouen solucions que ajudin a millorar la salut de les persones.

Segons l'informe de 2020<sup>78</sup> l'activitat relacionada amb les ciències de la vida i la salut a Catalunya representa un 7,3% del PIB i donaria ocupació a 230.000 treballadors, dels quals uns 55.000 estarien ocupats a la indústria. És un univers d'unes 1.200 empreses mitjanes i petites i amb algunes de les seus de multinacionals a Espanya dedicades als diferents aspectes de les ciències de la vida, incloent-hi la veterinària i, fins i tot, la cosmètica i el sector agroalimentari.<sup>79</sup> L'any 2020 les empreses de base tecnològica havien aconseguit superar els 200 milions d'euros inversió. L'informe fa èmfasi en l'existència de 89 institucions de recerca, la majoria del sector públic.

Una de les característiques de l'impacte del sistema de ciències de la vida i la salut a Catalunya és el que té en l'assistència mèdica. Catalunya compta amb 18 hospitals universitaris, la majoria dels quals han creat instituts de recerca on conviuen els professionals de la salut, professors universitaris i investigadors bàsics. El primer d'aquests instituts va ser l'IDIBAPS, fundat l'any 1996 a l'entorn de l'Hospital Clínic de Barcelona. Altres instituts de recerca es van crear als principals hospitals de Catalunya. Aquests hospitals atreuen anualment un gran nombre d'assaig clínics, havent-n'hi més de 700 d'actius l'any 2019. Aquest nombre d'assaigs permet als hospitals estar en contacte amb els desenvolupaments terapèutics més innovadors i la possibilitat de traslladar els seus resultats als pacients dels hospitals catalans de forma ràpida.

Fins a l'any 2020, Biocat tenia amb la Fundació "la Caixa" una activitat estimuladora de debats científics (B-Debate) que, durant més de 10 anys, va col·laborar a portar a Barcelona centenars d'investigadors d'arreu del món per debatre les idees innovadores dels àmbits de les ciències de la vida. Aquests debats han estat un element per a la disseminació científica que ha mantingut iniciatives de comunicació científica com són l'Observatori de la Comunicació Científica de la Universitat Pompeu Fabra (UPF).

Com a conseqüència de la importància de la recerca en els àmbits clínics, el Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya va establir, dins del seu pla de salut, actualment en revisió, el Pla Estratègic de Salut i Innovació en Salut (PERIS) que ha posat en marxa convocatòries de projectes que inclouen la incorporació de tecnòlegs a grups de recerca o accions d'àmbit territorial. També cal destacar les activitats de l'Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries (AQUAS) dirigides a incrementar, no només la qualitat assistencial dels àmbits hospitalaris, sinó també la recerca que s'hi fa.

## 1.2.2. Recerca agroalimentària

Deixant de banda l'impacte en els àmbits assistencials, un dels sectors econòmics que genera més valor a Catalunya és el sector agroalimentari, que representa el 16% del PIB de Catalunya i ocupa més de 160.000 persones. Aquest sector treballa, òbviament, amb éssers vius, animals i plantes i ens proporciona un element vital, que és l'aliment i altres productes com ara fibres o bases per a la indústria. Aquest sector ha anat incorporant, de forma creixent, innovacions que provenen també de diferents àmbits de la recerca, incloent-hi el biotecnològic, a través de les empreses de llavors o de sanitat animal i vegetal. D'una manera semblant, les universitats van reaccionar i van crear estudis de tecnologia d'aliments que actualment s'imparteixen en la majoria d'universitats catalanes. Un dels campus de la Universitat de Barcelona, el de Torribera, a Santa Coloma de Gramenet, està dedicat íntegrament a la recerca i l'ensenyament dels diferents aspectes de l'alimentació, incloent-hi la gastronomia. També la Generalitat va crear un centre de referència de tecnologia d'aliments l'any 1997. L'organització de recerca més gran de la Generalitat de Catalunya en aquest àmbit és l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària (IRTA), que es va crear com a empresa pública a partir dels únics traspassos en la recerca que es van produir l'any 1982. L'any 2019 agrupava més de 800 persones que treballaven a 14 centres arreu de Catalunya. La recerca en els àmbits de l'agroalimentació representa un 19% de les publicacions científiques a Catalunya que lidera en qualitat la recerca dins de l'Estat espanyol (Compàs, 2020).

<sup>78</sup> <https://www.biocat.cat/ca/bioregio-catalunya/publicacions-biocat>

<sup>79</sup> Catalan Life Sciences Database: <http://www.catalanlifesciences.com/cat/portal/definicions.php>

L'impacte de la recerca en l'àmbit agroalimentari es pot mesurar per la importància de la seva participació en el PIB de Catalunya i en l'ocupació, però, també, perquè proporciona a la població una alimentació suficient i segura, condicions essencials per al benestar de la població. També facilita una alimentació saludable i adaptada a les demandes culturals de la població. La consciència que la producció d'aliments genera una proporció important (fins a un 30%) de les emissions de gasos amb efecte hivernacle, així com l'impacte dels canvis en el clima sobre la producció agrícola, implica canvis significatius en el sistema de producció i consum d'aliments. En aquest sector la transformació digital, que ja hi comença a ser evident, tindrà un gran impacte.

Els efectes de la recerca en l'àmbit agroalimentari es poden veure de forma indirecta sobre el sector de la producció agrícola, que és la que està en l'origen dels aliments. De forma creixent es reconeix la importància que aquesta té en grans parts del territori així com el seu impacte en el medi ambient, tal com expressa l'estratègia europea, tant en les anomenades accions *From Farm to Fork*, com en la mateixa política agrària comú. Aquesta recerca té també un gran impacte sobre la salut, que depèn de forma directa dels nivells nutricionals de la població. Es poden destacar, així mateix, els seus efectes sobre el desenvolupament de la gastronomia, que acaba tenint un efecte innegable sobre la imatge del país i, per tant, sobre el turisme, així com en els hàbits alimentaris.

### 1.2.3. Recerca mediambiental

Un altre camp on la recerca és molt rellevant i té implicacions, més enllà de l'àmbit econòmic, és el mediambiental. La preocupació pel medi ambient és un fet generalitzat arreu del món. Per això, disposar de dades sobre els efectes de l'activitat humana, i sobre com els canvis en el clima afectaran la nostra activitat i la nostra salut, és una exigència social. Les polítiques en molts diferents àmbits i les empreses dels diferents sectors necessiten informació sobre el medi ambient i els canvis que s'hi produeixen i que tenen un impacte sobre aquests.

L'impacte de la recerca va des de la conscienciació dels efectes associats a l'estil de vida, a les conseqüències de determinades polítiques (pesquera, de reciclatge, etc.). "La funció de la recerca no es redueix a estudiar el medi ambient per a preservar-lo o restaurar-lo (estudiar les espècies protegides per a conèixer com viuen, quin és el seu hàbitat i així evitar la seva extinció a les mans dels humans): estudia les relacions entre natura i societat per tal de monitoritzar-ne les interaccions i així desenvolupar polítiques informades que promoguin un desenvolupament més sostenible." (Aibar et al., 2007).

La recerca i docència ambiental afecten molts diferents aspectes de l'activitat científica i industrial a Catalunya, tant pel que fa als aspectes de gestió com de previsió de les dinàmiques de futur. En un moment en què moltes polítiques estan adreçades a la reducció de les activitats, que influeixen sobre el clima i en la mitigació dels seus efectes, disposar de bona informació, així com de personal preparat, és essencial per a un país com Catalunya. Tenir bones dades de medi ambient i de les prediccions sobre canvis en el clima és també important per a moltes de les polítiques d'ordenació del territori, mobilitat, agricultura, entre altres. La comunicació d'aquestes dades a la població és primordial per a l'acceptació d'aquestes polítiques.

L'any 2015 el Departament de Territori i Sostenibilitat va publicar un mapa de grups de recerca sobre aquestes temàtiques.<sup>60</sup> Segons aquest mapa, l'any 2013 hi havia 217 de recerca, 51 centres tecnològics i 27 centres de recerca, amb recerca sobre el medi ambient molts centres i departaments universitaris de les diferents àrees de la biologia, la química (dins de les ciències experimentals) o la geografia i l'economia (dins de les ciències socials) i diverses àrees tecnològiques. També institucions com ara l'Institut Cartogràfic de Catalunya o el Servei Meteorològic subministren dades a empreses, institucions o particulars que són necessàries per les seves activitats.

Entre els centres de recerca esmentats, n'hi ha que es troben dins de la institució CERCA com ara el Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals (CREAF) o el Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC) i altres que pertanyen a les universitats com ara l'Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA) al campus de la Universitat Autònoma de Catalunya (UAB). El CREAF ha aconseguit la distinció Severo Ochoa —com també l'Institut de Diagnòstic Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA-CSIC)— i l'ICTA, la distinció María de Maeztu. Altres instituts tenen una part important de la seva recerca dedicada a temes ambientals com ara l'Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA) o l'Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC). Entre els programes de recerca europeus, dins del programa europeu Horitzó 2020, una de les prioritats és l'anomenat clúster 5 dedicat a clima, energia i mobilitat, encara que els aspectes de medi ambient estan presents en el conjunt de programes.

Cal destacar que la majoria de les universitats catalanes ofereixen graus o màsters en Ciències Ambientals (Universitat de Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, Universitat de Girona, Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya, Universitat Rovira i Virgili) o el grau en Enginyeria Ambiental a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) així com a disciplines relacionades amb temes jurídics i tecnològics. Una recerca senzilla en la web sobre “consultoria ambiental” a Barcelona troba més de 600 resultats, la qual cosa fa palesa la importància d'aquesta activitat.

La recerca en l'àmbit del medi ambient té importància també en la salut de la població quan mesurem de forma detallada els efectes dels contaminants en l'aire i l'aigua, per exemple. Té efectes evidents en l'ordenació del territori, quan definim àrees d'especial conservació per raons de diversitat biològica o de paisatge.

La preocupació pel medi ambient, així com la creixent preocupació per l'esgotament de molts dels materials i recursos de la Terra, que són necessaris per generar tota la tecnologia que ens ha aportat l'estat del benestar, obliga a investigar noves formes d'energia, i també a conscienciar la societat sobre la necessitat de canvis d'hàbits. El centre Tecnio de la UPC, *Smart Sustainable Resources* (SSR), neix amb l'objectiu de buscar-hi solucions en un context multidisciplinari. I entre els recursos necessaris, l'energia ha portat a fer de la recerca un tema prioritari, pel que fa a la seva generació i la gestió del seu consum. El Centre Tecnològic en Biodiversitat, Ecologia, Tecnologia Ambiental i Alimentària (BETA-UVic-UCC) neix amb l'ànim de potenciar la competitivitat a les àrees rurals.

El consum energètic, que creix molt més ràpidament que la mateixa població mundial, la qual, al seu torn, ja creix de forma notable, suposa un problema d'abast mundial, tant per la limitació dels recursos naturals d'on provenen (fòssils), com per l'efecte contaminant sobre el medi ambient. Això obliga a plantejar-se un canvi de paradigma cap a la transició energètica, que comporta estudis de l'evolució en tots els àmbits relacionats (matèries primeres, la mateixa producció energètica, efectes sobre la contaminació i el clima, consum i mobilitat). La recerca i estudis a Catalunya són diversos. L'Institut de Recerca de l'Energia de Catalunya (IREC) n'és el més rellevant, amb els reptes d'afrontar un futur sostenible en els grans temes: energia i medi ambient, energia intel·ligent i la seva gestió i emmagatzematge. A banda de les entitats pròpiament científiques, hi ha altres col·lectius, com ara la plataforma MES (Col·lectiu per a un nou Model Energètic Social Sostenible)<sup>80</sup>, orientada a generar coneixement sobre els models energètics i la sostenibilitat i a difondre'l socialment, o l'associació ESF<sup>82</sup> (Enginyers Sense Fronteres), que dedica la seva activitat a fer estudis i a difondre els efectes de l'ús exagerat o malament gestionat de l'energia i d'algunes polítiques o interessos privats que plantegen la necessitat d'actuacions, tant a nivell polític com a nivell social. A Riba (2021), i en base a les dades de Catalunya (Idescat, 2020), es mostren els nivells d'energia grisa o incorporada, que és la suma de l'energia que ha estat necessària per obtenir un material, producte o servei de la qual en general no es parla, i que és en realitat molt superior a la que percebem.

La mobilitat és una font d'aquest consum excessiu d'energia, i la recerca sobre el transport també va lligada a aquesta transició energètica i, en gran part, està vinculada a aquests centres.

Cal esmentar la importància de la comunicació i el coneixement a nivell social de la importància de la salut ambiental, ja que, gràcies a la sensibilització de la població, tot el que és aplicable a la millora del medi ambient i les emissions comença a tenir mercat i, per tant, negoci. En conseqüència, crea interès a dedicar-hi esforços en recerca i en el desenvolupament de les corresponents tecnologies. La covid-19, particularment, ha ajudat a accelerar aquesta conscienciació de la població sobre els efectes de la seva actuació i de la importància de la recerca.

#### 1.2.4. Recerca tecnològica. Transformació digital

La recerca i el desenvolupament tecnològic té una gran incidència en els àmbits anteriors, i ha estat clau en les grans transformacions socioeconòmiques (Amat et al., 2019).

La indústria 4.0, que comporta la conjunció de la robòtica, la internet de les coses; comunicacions (5G), big data i intel·ligència artificial (IA), incideix, no només en la producció industrial, sinó en els serveis (informació, màrqueting, seguretat...), salut, etc. La indústria 4.0, en el seu sentit més ampli i la seva incidència en el context català, s'ha analitzat àmpliament als grups de treball del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya (EIC – GT4.0). Amb l'objectiu d'augmentar la transferència, dins el programa RIS3Cat (*Research Innovation Strategies for Smart Specialization de Catalunya*),

<sup>80</sup> [http://mediambient.gencat.cat/ca/05\\_ambits\\_dactuacio/educacio\\_i\\_sostenibilitat/rdi\\_ambiental/catalunya/mapa-dactors-de-recerca-i-innovacio-ambiental-a-catalunya](http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/educacio_i_sostenibilitat/rdi_ambiental/catalunya/mapa-dactors-de-recerca-i-innovacio-ambiental-a-catalunya)

<sup>81</sup> <http://cmes.cat/>



s'han promogut xarxes com ara la XaFIR (*Xarxa Fourth Industrial Revolution*), la xarxa indústria 4.0 de Catalunya que agrupa 11 entitats del sistema universitari català, centres de recerca i centres tecnològics, amb un total de 35 grups de recerca, per augmentar el TRL (*Technology Readiness Level*), en les tecnologies de la indústria 4.0 en desenvolupament, i aconseguir així l'impacte en el pas de recerca a productes i serveis.

En l'àmbit de la salut, aquesta transformació digital contribueix a la millora dels equips de diagnòstic, els de monitorització (tot afavorint la teleassistència), els de tractament i assistència, i de l'equipament dels mateixos sistemes de recerca biomèdica. Així mateix, la capacitat de computació i la intel·ligència artificial ofereixen la possibilitat d'aprendre, a partir de les dades que proporcionen els sistemes de mesura i monitorització, la qual cosa suposa un suport molt valuós per al coneixement científic en aquest àmbit. Són elements clau la recerca en aquest camp i la disponibilitat de personal, amb els coneixements necessaris per avançar i aplicar-los. Cal dir que són especialment rellevants els centres CERCA, com ara l'Institut de Bioenginyeria de Catalunya (IBEC), l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) i l'Institut de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), o els centres Tecnio, com per exemple el Centre de Recerca en Enginyeria Biomèdica (CREB). D'altra banda, el Col·legi d'Enginyers ha creat també la Comissió d'Enginyeria de la Salut (EIC-Salut), que té com a missió fer xarxa entre enginyers en aquest àmbit, *networking*, i fomentar el coneixement, així com desenvolupar serveis per als enginyers del sector salut, en un context on cada cop més els enginyers tenen un paper clau a hospitals i centres mèdics en general. L'AGAUR, en la mateixa línia d'augmentar la transferència i impactar la societat, dins el programa RIS3Cat, ha promogut altres xarxes que agrupen nombrosos centres i grups de recerca i centre tecnològics. En l'àmbit de la salut hi ha la xarxa XARTEC (Xarxa de Tecnologies de la Salut), per potenciar les tecnologies mèdiques al mercat català, que integra 47 grups de recerca de 17 institucions i de 5 comarques de Catalunya; i la I4Kids (*Pediatric Innovation Hub*), amb 31 entitats, que necessita un suport més gran, en ser un mercat poc atractiu, atès que la població pediàtrica representa només un 15% de la població.

La transformació digital en l'àmbit agroalimentari, i amb incidència en l'àmbit ambiental, tindrà un impacte en l'agricultura de precisió, que permet determinar la dosificació de rec, amb el conseqüent estalvi d'aigua, o la detecció selectiva de males herbes, per evitar l'ús massiu de pesticides que afecten el sòl, el medi ambient i les aigües. I més enllà de l'agricultura de precisió, cal esmentar l'agricultura 4.0, que genera i analitza gran quantitat de dades, gràcies a la miniaturització i abaratiment dels seus components. Aquesta informació permet millorar la precisió, els processos, la maquinària, etc. L'interès obvi ha portat a la Unió Europea a fomentar-ne la implantació, amb el projecte *Katana Accelerator*<sup>83</sup> d'ajut a pimes, i també l'adaptació de la maquinària amb l'associació CEMA (*European Agricultural Machinery Association*), per tal d'avançar cap a les granges sostenibles. A Catalunya la implantació encara és molt limitada, tal com recull el Status report dels Enginyers Industrials (EIC – GT4.0).

En l'àmbit mediambiental, la tecnologia hi té també un paper clau, tant pel que fa a una millor supervisió i previsió, com en la recerca de noves solucions, que permetin reduir la producció de productes contaminants per millorar els processos i aplicar noves solucions tecnològiques: fusió versus fissió per a generar energia nuclear, captura de CO<sub>2</sub>, producció d'energia renovable (piles d'hidrogen, etc.), amb què s'aspira a poder mantenir al màxim l'estat del benestar sense incrementar el detriment de l'entorn. A Catalunya l'IREC i EURECAT són els referents en aquest tipus de recerca.

Les TIC han anat canviant la forma de comunicació i, arran de la pandèmia, han accelerat el teletreball, el qual incideix directament en la mobilitat, canvis d'hàbits, i indirectament en els serveis, l'ocupació d'espai urbà i la millora dels equilibris territorials. Les comunicacions i la tecnologia 5G són una altra pota de la transformació digital. A Catalunya comptem amb centres CERCA com ara el Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTT) i i2Cat (Internet i Innovació Digital de Catalunya).

La tecnologia té un efecte directe en els canvis d'hàbits, sobretot amb l'aparició de tecnologies trencadores. En l'àmbit dels serveis, per exemple, aquests canvis van des del transport, recollida de residus, neteja, manteniment, fins a les biblioteques. L'aplicació de la IA i el big data a les comunicacions massives permet avançar cap al concepte de ciutat intel·ligent (*smart city*), tot augmentant significativament l'eficiència i la qualitat del servei i generant nous i variats llocs de treball. Pel que fa referència a la IA, cal esmentar l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial

---

<sup>82</sup> <https://esf-cat.org/>

<sup>83</sup> <https://katanaproject.eu/>

(IIIA). Segons l'informe de Philips, "*Understanding the Challenges and Opportunities of Smart Cities*", publicat a *SmartCitiesWorld*,<sup>84</sup> Barcelona figura entre les ciutats més intel·ligents del món. Alguns dels serveis que ofereixen aquestes ciutats, basats en la Internet de les coses, són l'enllumenament públic, l'eliminació de residus, el sistema de bicings, el trànsit d'autobusos, sensors de soroll, sistemes d'irrigació i laboratoris Fab (tallers de petita escala que ofereixen fabricació digital).<sup>85</sup> L'objectiu és la millora de serveis, disminució de costos i de consum energètic, millora mediambiental, etc.

D'altra banda, cal dir que aquest món digital s'enfronta amb els problemes derivats de la pirateria i els atacs digitals. Per a l'entorn català, amb molta petita empresa, establir les mesures de seguretat necessàries és un problema pel cost que comporta. A Catalunya, segons dades d'ACCIÓ (Agència per la Competitivitat de l'Empresa),<sup>86</sup> existeixen 361 empreses i 15 centres tecnològics i de recerca especialitzats en ciberseguretat. La Unitat d'Estratègia i Intel·ligència Competitiva d'ACCIÓ i l'Agència de Ciberseguretat de Catalunya, en el seu informe de desembre 2020, hi descriuen la importància de la ciberseguretat a la indústria, les tendències i impacte en els ODS (Objectius de Desenvolupament Sostenible) i la situació a Catalunya. Aquest informe (ACCIÓ, 2020),<sup>87</sup> es basa en informes previs de tecnologies disruptives en els àmbits digital, físic, biològic, transversal i d'hibridació de tecnologies.

Actualment, segons Foment del Treball (2020), el 35% de les empreses catalanes acceleren la transformació digital que comporta millores en la producció, ciberseguretat, coneixement (anàlisi de dades), comunicació i treball cooperatiu.<sup>88</sup>

Finalment, en aquest context, cal esmentar també les grans infraestructures singulars que té Catalunya: el supercomputador MareNostrum, al BSC (Barcelona Supercomputing Center), que acull investigadors de tots els àmbits i d'arreu del món als seus departaments (ciències dels computadors, ciències de la vida, ciències de la Terra i enginyeria); i el Síncrotró Alba, com a infraestructura compromesa en l'excel·lència científica, la millora del benestar i el progrés de la societat, a través del coneixement que es pot adquirir amb els acceleradors d'electrons.

### 1.3. La ciència com a impuls al desenvolupament social

El coneixement que aporta la recerca a tots els àmbits de la ciència i les tecnologies repercuteixen en molts aspectes de la societat i també en els individus. En aquest capítol es fan unes consideracions generals sobre la situació a Catalunya i els efectes en l'equilibri social i territorial, la necessitat de talent per al desenvolupament, així com la importància del coneixement que aporta la ciència per a la presa de decisions.

#### 1.3.1. La recerca i els equilibris socials i territorials

S'ha estudiat molt la incidència de l'entorn familiar per permetre els individus arribar a una millor posició social. Ara bé, també el nivell cultural i científic facilita el pas d'un nivell social a d'altre. Un estudi de l'OCDE (2018)<sup>89</sup> proposava que cal un nombre de generacions per assolir uns nivells mitjans en el cas de les persones que provenen de famílies amb nivells baixos. L'Estat espanyol, en particular, apareix entre aquells en què aquest anomenat "ascensor social" funciona en un nombre menor de generacions. La cultura científica afavoreix aquesta tendència que pot evitar el malbaratament del talent potencial, especialment el femení que està encara poc aprofitat en posicions de recerca d'alt nivell. Polítiques d'estímul de la cultura científica a l'abast de tothom poden servir per assolir aquest objectiu.

De la mateixa manera, l'acumulació de població i d'activitat econòmica a les grans ciutats és un procés d'una magnitud creixent que pot deixar grans zones dels nostres països buides de població. L'ordenació del territori ha de tenir en compte com s'equilibra l'activitat econòmica i el territori entre les zones més poblades i aquelles que deixem lliures de presència humana, tot afavorint la biodiversitat. És una decisió política amb una gran transcendència de futur. La forma com la política territorial i la política científica es coordinen pot no ser evident. Es pot argumentar que una política

<sup>84</sup> <https://smartcitiesworld.net>

<sup>85</sup> <https://www.e-zigurat.com/blog/es/smart-city-series-barcelona/>

<sup>86</sup> <http://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/infografies-accio>

<sup>87</sup> <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/la-ciberseguretat-a-catalunya>

<sup>88</sup> <https://www.foment.com/empreses-catalanes-accelera-transformacio-digital-en-plena-pandemia/>

<sup>89</sup> <https://doi.org/10.1787/9789264301085-en>

de centres de recerca (i d'universitats) distribuïts pel territori pot servir per atreure talent, lluny de les grans zones urbanes. Però es pot assenyalar, també, que és difícil atreure talent científic cap a zones amb pocs serveis i amb poca concentració de capital humà. Una concentració de centres de recerca, en un nombre limitat de campus, pot incrementar-ne l'eficiència, en particular quan es necessiten grans infraestructures i quan desitgem estimular la recerca multidisciplinària.

A Catalunya seria pertinent una reflexió sobre com ha estat feta la distribució dels centres de recerca pel territori, que sembla respondre més a criteris particulars o d'oportunitat que no pas a una visió d'equilibri del territori o d'eficiència de les inversions que comporten. Caldria reflexionar també sobre les dificultats que han tingut alguns dels parcs científics i tecnològics, que van ser creats al voltant de les universitats, o sobre la manca de centres de recerca a localitzacions properes a infraestructures importants com és el cas del Sincrotró Alba.

En aquesta línia, en els treballs dins el Pacte Nacional del Coneixement (PN@SC)<sup>90</sup> es plantegen polítiques regionals per a Catalunya per donar suport a estratègies territorials, regió de coneixement, impulsades des del mateix territori, amb l'objectiu de vincular els treballs dels PECTS (Projectes d'Especialització Competitivitat Territorials) amb perspectives de xarxa territorial amb objectius de desenvolupament sostenible. Aquesta estratègia ve motivada pel biaix del desenvolupament actual, atès que l'Àrea Metropolitana de Barcelona aglutina el 46% de les empreses, 350 centres i entitats d'R+D+I, un ecosistema de 1.500 empreses emergents i un 52% del PIB. Segons el PN@SC, aquestes regions, que haurien de ser ecosistemes d'innovació territorial, haurien de tenir una dimensió d'entre 400.000 i 6.000.000 habitants, incloent-hi almenys una universitat amb activitat de recerca, i preveure un PIB d'entre 10.000 i 15.000 M€.

Actualment no existeix un estudi que quantifiqui globalment com es distribueix la població en funció del nivell de coneixement pel territori, però, és evident que està, en gran manera, concentrat en l'Àrea Metropolitana de Barcelona i àrees més poblades i amb universitats, tot deixant les altres zones amb poca possibilitat de desenvolupament per manca de recursos humans.

En qualsevol cas, el debat és necessari atès que hi ha molts factors per a considerar, i no tots van en la mateixa direcció. D'una banda, és indiscutible l'impacte positiu que, sobretot, els centres universitaris tenen sobre el territori on s'ubiquen. Per exemple, poden citar-se els estudis que estimen l'impacte generat per la Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC, 2018)<sup>91</sup> i de la Universitat Rovira i Virgili (URV, Segarra et al., 2011)<sup>92</sup> sobre el territori. En l'estudi de la UVic-UCC s'obté que, a més dels efectes dinamitzadors, empenedoria i dinamisme social, es generen 1.331 llocs de treball (directament i indirectament) a la comarca, un 1,88% de l'ocupació, i 1.942 llocs de treball a tot Catalunya.

De l'altra, des del punt de vista dels resultats científics, no és tan clar que la distribució territorial de centres de recerca, allunyats dels clústers d'R+D+I, sigui igualment desitjable, excepte en casos molt particulars (per exemple, associats als recursos naturals preexistents). De la mateixa manera, la dispersió genera un sobrecost de mobilitat i energètic que cal tenir en compte. Probablement, la decisió de localització estarà condicionada a criteris no estrictament d'eficiència científica.

És necessari garantir la igualtat de condicions a tot el territori i assegurar una dotació d'infraestructures adient (a nivell de xarxa de comunicacions, tant viària com digital), i també reduir la bretxa digital actual. En referència a les comunicacions viàries, a Palau i Amat (2021), es fa un estudi sobre l'impacte econòmic, social i mediambiental d'un servei públic tan rellevant com ara el TMB (Transports Metropolitans de Barcelona) que, amb el concepte de "valor associat integrat", mostra les múltiples implicacions d'un servei com ara el transport públic. Respecte a les comunicacions digitals, l'informe del Ministeri d'Afers Econòmics i Transformació Digital (2020), *Datos particularizados de cobertura de banda ancha en Cataluña*,<sup>93</sup> mostra les llacunes o mancances a diverses àrees amb poca població en les diferents bandes de freqüència. Per a la implantació d'aquesta xarxa al territori, la llei de l'oferta i la demanda no és aplicable si es vol potenciar aquesta redistribució territorial.

### 1.3.2. La base de la ciència, el talent

La component bàsica per desenvolupar l'R+D+I és la disponibilitat de talent. Òbviament, es requereixen uns pilars que el complementin (infraestructures, economies d'aglomeració, clústers de coneixement, mobilitat i xarxes internacionals, centres i altres ens de recerca, parcs científics i tecnològics, connexió entre sector privat i públic, finançament...), però, si no hi ha coneixement i

<sup>90</sup> <https://empresa.gencat.cat/ca/intern/pnsc/>

<sup>91</sup> <https://drive.google.com/file/d/1hmNQfHG1khDUQ4Mq3QqV0203oKavT3c6/view>

<sup>92</sup> <http://digital.publicacionsurv.cat/index.php/purv/catalog/book/104>

<sup>93</sup> <https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/cobertura/datos2019/Catalu%C3%B1a.pdf>

talent, hi manca el factor principal.

Aquesta necessitat de talent és necessària a tots els àmbits del coneixement, i no només en el més experimental i tecnològic, tot i que és imprescindible en aquest. Cal reflexionar i prendre accions per aconseguir un nombre més gran de titulats i investigadors en l'àmbit de les STEM (corresponent a l'anglès *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), i també poder assegurar la carrera professional dels potencials investigadors. A Olivé-Canals (2021) s'ha fet un estudi sobre les perspectives laborals dels doctorats a Catalunya.

Per tant, cal ser actius per tal que s'ajudi a fer créixer el talent. Aquesta actuació, en un món globalitzat, no ha de limitar-se a desenvolupar el talent intern, sinó que cal facilitar que es generin les condicions perquè l'atracció de talent extern superi la sortida del talent intern. Concretament, cal més informació sobre aquest saldo (entrades-sortides de talent) en els diferents àmbits del coneixement, així com una anàlisi (quantitativa i qualitativa) de les pèrdues de talent que es produeixen (capital humà format a Catalunya que acaba marxant), i els retorns passat els anys.

En tot cas, s'ha de ser conscient que no es pot estar en el primer nivell de l'R+D+I (i ser el màxim de competitiu) en tots els camps del coneixement. L'evolució global de la ciència i la magnitud de Catalunya ens impedeix poder fer recerca capdavantera en tots els àmbits. Aquesta especialització és inherent a tots els territoris.<sup>94</sup> Cal prioritzar i especialitzar-se en allò que tenim avantatges competitiu. A Catalunya, com ja s'ha assenyalat, s'ha apostat, entre d'altres, per la biotecnologia i ciències de la vida i, en aquest àmbit, estem molt ben posicionats, ja que existeix tant iniciativa privada com una aposta de polítiques públiques. Però això no implica que s'hagin d'oblidar altres àmbits, pels quals, en tot cas, la disponibilitat de talent és imprescindible. A tall d'exemple, en primer lloc, es pot esmentar la necessitat d'estar present en la indústria 4.0 (i més en general, en la transició al món digital). Però la seva implantació no és simple a l'entorn català, caracteritzat per un teixit productiu basat majoritàriament en pimes. Per tant, es necessita talent i coneixement per adaptar-se als canvis tan ràpids que s'hi produeixen, i per poder afrontar els riscos de seguretat existents, a causa de la interconnectivitat que comporta (Col·legi Enginyers Industrials de Catalunya, 2017).<sup>95</sup>

El sector aeroespacial és un segon exemple de la importància del talent com a motor de l'R+D+I i catalitzador d'interessants projectes en branques concretes de l'economia. És evident que no podem estar al nivell dels grans gegants mundials. No podem anar a Mart. Però la iniciativa i emprenedoria ha dut a trobar oportunitats en aquest àmbit que ja ha donat lloc al primer gran èxit amb l'aposta que ha fet la Generalitat de Catalunya per enviar l'Enxaneta a l'espai el passat 7 de juny de 2021. Així mateix, l'aposta per donar suport al coneixement i l'emprenedoria en aquest camp ha donat com a resultat que una empresa catalana vengui nanosatèl·lits a tot el món. Així doncs, l'estratègia NewSpace de Catalunya suposa una aposta de país per guanyar autonomia en l'àmbit de les comunicacions, amb cada cop més implicació socioeconòmica i la monitorització (cabal de rius, fauna salvatge, dades meteorològiques...), amb una gran projecció de futur.

En aquest món de transformació digital els canvis s'estan produint a una velocitat tan gran, i amb un major grau d'especialització, que cal poder adaptar-s'hi. Això comporta disposar de coneixement, esperit d'emprenedoria i d'un ecosistema adient. A Europa es considera un tema rellevant, i a Cohen (2021) es reflexiona sobre les estratègies cap a l'especialització intel·ligent que permeti adaptar-se i progressar individualment i socialment en aquest context. Des de l'*EU Science HUB Joint Research Centre* s'han fet diferents estudis. En concret, a Marinelli et al. (2021) es planteja l'estratègia d'especialització intel·ligent i s'analitzen tres regions europees: Catalunya, Bulgària i Grècia, amb l'esperit de potenciar una recerca RRI (*Responsible Research Innovation*).

### 1.3.3. La ciència i l'educació científica com a base per a la presa de decisions

La recerca científica té arreu del món un impacte a diferents nivells de la societat. L'educació científica i tecnològica és necessària per implicar a la societat en el seu propi creixement. En aquest apartat es plantegen alguns exemples que mostren la importància que la societat tingui una formació científica sòlida pel bé del seu conjunt. S'ajorna tractar en aquest apartat les

---

<sup>94</sup> En una altra escala, Europa també ha perdut posicions en certs àmbits de la ciència. A tall d'exemple, s'ha produït en el món de la microelectrònica, i concretament en el dels processadors base dels dispositius i equips informàtics (<https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2021-04-27/europe-is-trying-to-reclaim-its-lost-chipmaking-glory>).

<sup>95</sup> [https://www.eic.cat/promocio/e\\_marqueting/comissioi40/Dossier\\_PIME\\_Comissioi40\\_2017\\_V7.pdf](https://www.eic.cat/promocio/e_marqueting/comissioi40/Dossier_PIME_Comissioi40_2017_V7.pdf)

conseqüències positives que té el coneixement científic, com a base per a la creació d'empreses (*spin-off, start-up*) i la generació d'activitat econòmica de major valor afegit, que serà desenvolupat amb més extensió en un apartat específic dedicat a l'impacte econòmic de l'R+D+I.

Un primer exemple el tenim en la necessitat de prendre les decisions adequades per part de les institucions polítiques, per la qual cosa es requereix que els seus decisors tinguin accés al coneixement científic. Com assenyala l'OCDE (2015),<sup>96</sup> "A la comunitat científica se li demana, cada vegada més, que proporcioni evidències i assessorament als responsables polítics governamentals en diversos temes, des d'emergències de salut pública a curt termini fins a reptes a llarg termini, com ara l'envelliment de la població o el canvi climàtic. Aquests consells poden ser una aportació valuosa, o fins i tot essencial, per a la formulació de polítiques sòlides. La ciència es troba realment al centre de moltes qüestions polítiques importants i els científics són cada vegada més visibles i, en molts casos, cada vegada més vulnerables en els processos de formulació de polítiques". A molts països s'han constituït sistemes organitzats de consulta a les organitzacions acadèmiques i científiques, que proporcionen als responsables polítics opcions basades en la millor evidència científica disponible. Aquesta consulta no és possible sense l'existència d'una comunitat científica ben informada.

Relacionat amb l'anterior, també cal que la societat tingui una educació científica i tecnològica per implicar-la en el debat i actuació d'afers públics i per tenir una societat estructurada. La implicació ciutadana és una "garantia de legitimitat democràtica de les polítiques públiques" (Aibar et al., 2007) i evitar que "es produeixi una divisió entre els qui tenen accés al saber, i es beneficien del desenvolupament dels coneixements, i els qui no el tenen". És necessària una major educació per tenir un criteri sòlid en temes de debat com ara la relació entre tecnologia i ètica, el canvi climàtic, les conseqüències econòmiques de la immigració,<sup>97</sup> l'experimentació genètica, la prevenció de catàstrofes (sanitàries, alimentàries, ambientals), entre moltes d'altres.

Adicionalment, el coneixement científic implica un canvi d'hàbits en temes com, per exemple, la sostenibilitat mediambiental (recollida de residus, sensibilitat davant el canvi de fiscalitat mediambiental), i els hàbits esportius o alimentaris.

Per últim, la limitada comunicació en matèria de ciència cap al gran públic comporta menys conscienciació de la importància de la recerca, que acaba essent una mancança. Es constata que la percepció és diferent a d'altres àmbits. Mentre que la recerca biomèdica és, en general, ben valorada (amb reticències segons temes ètics), la recerca tecnològica no rep la mateixa consideració i, sovint, en molts aspectes, és qüestionada pels efectes també ètics (privacitat, ús de dades, tipus i usos de tecnologia, reducció d'ocupació, desequilibris...) que se'n poden derivar. Per tant, per exemple, es proposa augmentar la comunicació d'avenços no mèdics, o de difusió de premis científics.

En un altre àmbit d'actuació, a Catalunya, La Marató de TV3 ha aconseguit una gran implicació de la societat i una gran solidaritat per la recerca biomèdica. Caldria, però, exportar aquests tipus d'iniciatives a altres àmbits que també comporten un important efecte social, ja que altres àrees de la ciència i la tecnologia també afecten el benestar de les persones i el medi.

---

<sup>96</sup> [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/scientific-advice-for-policy-making\\_5js3311jcpwb-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/scientific-advice-for-policy-making_5js3311jcpwb-en)

<sup>97</sup> Per exemple, el projecte europeu Horitzó 2020 SOLIDUS (<https://cps.ceu.edu/research/solidus>, <http://solidush2020.eu/es/>) demostrava com la informació científica sobre els efectes econòmics dels immigrants millorava l'opinió de la ciutadania sobre aquests.

## 2. Impacte econòmic

### 2.1. Plantejament i característiques generals

L'R+D+I, desenvolupada pel conjunt d'agents implicats (universitats, parcs i centres de recerca i/o tecnològics, hospitals, i les mateixes empreses), genera un coneixement i una activitat que té un impacte econòmic, i que acaba afectant la societat, estrictament en termes econòmics, des de diferents punts de vista, amb la creació de noves empreses i línies de negoci, la generació de llocs de treball; la producció de béns i serveis, que són d'utilitat a la societat; l'aportació de rendiments als treballadors i a empreses; i l'aflorament de recursos impositius, que reverteixen en inversions públiques, entre d'altres.

L'impacte de l'R+D+I a l'economia té dues aproximacions, complementàries entre si. D'una banda, a curt termini, l'R+D+I no és més que un sector econòmic —com pot ser el manufacturer, l'educatiu, el ramader, el turístic, etc.—, el qual, a partir de la despesa i inversions que efectua, genera un impacte econòmic que es pot mesurar en termes de producció/facturació, Producte Interior Brut (PIB), recaptació fiscal, remuneracions d'assalariats, o llocs de treball, entre els més habituals. Aquest impacte no es circumscriu al sector considerat (R+D+I), sinó que les relacions intersectorials (demanda a proveïdors i el seu efecte arrossegament) així com l'impacte induït (la despesa econòmica que fan els treballadors, que directament o indirecta, deuen el seu lloc de treball a l'activitat generada per l'R+D+I) generen un impacte econòmic total que ultrapassa l'impacte directe inicial sobre el sector d'R+D+I.<sup>98</sup> Aquest tipus d'impacte és el que més habitualment ha estat quantificat en estudis previs, sobretot en l'àmbit universitari.

Una segona perspectiva de l'impacte econòmic generat per l'R+D+I s'associa a l'increment de productivitat que genera. Aquesta R+D+I, com a factor productiu, amb l'increment del capital tecnològic i el capital humà, i també l'augment del capital empresarial, mitjançant la transferència de coneixement i la creació d'infraestructures de producció de coneixement, genera un increment de coneixement dels investigadors, de les empreses que apliquen les innovacions realitzades o de la recerca efectuada, s'utilitzen patents i es realitza una transferència de coneixement, entre d'altres, que reverteix en l'economia del territori. Aquest impacte, que es concreta més enllà del curt termini, perquè necessita un període de maduració, ha estat àmpliament analitzat en la literatura, encara que és complexa la seva quantificació. La quantificació conjunta d'aquest segon tipus d'aproximació, com es recull a ACUP (2017), no és senzilla, atès que cal salvar les dificultats que resulten de la identificació dels efectes nets, les mancances en les disponibilitats de dades representatives i les dificultats metodològiques per al seu dimensionament en termes monetaris.<sup>99</sup>

---

<sup>98</sup> Hi ha diferents metodologies alternatives per a la quantificació d'aquest impacte econòmic de demanda. Veg. ACUP (2017) o Suriñach et al. (2020). També una revisió de la literatura es troba a Leslie i Slaughter (1992), on s'analitzen al voltant de 60 publicacions fins a 1992; Siegfried et al. (2007), on es revisen més de 125 estudis publicats des de 1992; Arbo i Benneworth (2007), per a universitats europees i nord-americanes; Drucker i Goldstein (2007) on es realitza una revisió de diferents metodologies; Goddard i Kempton (2011), com a guia de la Comissió Europea per aquestes anàlisis; i Pastor et al. (2016).

<sup>99</sup> Pérez et al. (2015) i altres estudis efectuats per l'IVIE són exemples de quantificació d'impacte de l'activitat de les universitats sobre el creixement econòmic, en base a anàlisis contrafactuals, que estimen l'impacte amb què han contribuït els seus factors productius (en formació i R+D) sobre el creixement. Així mateix, Development Poles et al. (2021) planteja aplicar una anàlisi econòmica, a universitats llatinoamericanes, basada l'estimació de funcions de producció Cobb-Douglas amb el mateix objectiu, a partir de les dotacions de capital humà i R+D+I generada a les universitats. Així mateix, BIGGAR-Economics (2016) analitza l'efecte sobre la productivitat empresarial de les pràctiques realitzades pels estudiants o la transferència de coneixement mitjançant activitats de formació continuada.

És important destacar la importància que té aquesta segona aproximació respecte la primera esmentada (de demanda), en el sector de l'R+D+I, atès que la producció que genera (nou coneixement, nous productes, innovacions) tenen un impacte econòmic molt més gran que el que s'associa a altres sectors. Per exemple, l'R+D+I pot donar com a fruit una patent, l'aplicació de la qual generarà un nou mercat, una nova activitat, un nou negoci... que va molt més enllà de l'activitat que estrictament genera la producció que se'n deriva. En aquesta segona aproximació, alguns dels principals impulsos econòmics impliquen una transferència de resultats de l'R+D+I, un increment de productivitat de les empreses i institucions, que es traslladen al territori, i es vehiculen a través de:<sup>100</sup>

- ▶ La comercialització de llicències d'ús de patents, els programes de col·laboració amb empreses, l'impuls de contractes de consultoria, i de formació a mida.
- ▶ L'afavoriment en la creació d'empreses de base tecnològica amb un alt component d'innovació (*spin-offs*) i que, alhora, esdevenen vehicles per a la transferència regional de tecnologia finançada públicament.
- ▶ La creació d'infraestructures, com ara els parcs de recerca/tecnològics que, constitueixen un clúster d'empreses tecnològiques, amb la finalitat de poder establir sinergies entre les empreses allotjades i la base de coneixement de la universitat i centres de recerca.
- ▶ L'estimulació de l'activitat econòmica propera, a través de l'aparició d'efectes *spillover* (o desbordament) del coneixement, des de les universitats i centres de recerca als laboratoris de les empreses establertes al seu voltant. Aquesta interrelació es demostra amb l'existència d'una correlació positiva entre la proximitat geogràfica a les universitats i centres de recerca, i les taxes regionals de *start-ups* a les indústries d'alt nivell tecnològic.
- ▶ L'atracció d'activitat econòmica generada a les regions que compten amb nivells elevats de recursos del coneixement. Es demostra que aquestes tenen una major capacitat d'atracció d'empreses amb un component d'R+D+I que, alhora, aporten noves vies d'accés al coneixement per als actors regionals, i impacten positivament en el rendiment de la regió en el seu conjunt.
- ▶ Els sectors més relacionats amb la força innovadora de les universitats milloren més l'ocupació i els salaris a llarg termini. Així mateix, les empreses que estan tecnològicament més lligades a universitats gaudeixen d'uns majors efectes desbordament (*spillovers*), i les empreses més properes a les universitats tenen millors pràctiques de gestió.
- ▶ La millora en la imatge del territori. L'existència d'una potent R+D+I el fa més atractiu i facilita que els inversors locals i forans materialitzin els seus projectes.
- ▶ L'atracció de talent al territori, amb uns efectes que sobrepassen els estrictament econòmics, com ja s'ha esmentat anteriorment.

## 2.2. Resultats

Atesa la dificultat metodològica i de disposició d'informació estadística que cal per poder quantificar l'impacte econòmic de l'R+D+I, ens consta només un estudi que hagi fet, parcialment, aquest exercici en el passat, en el marc del conjunt del sistema català de ciència i tecnologia. En concret, a ACUP (2017) es va quantificar tant l'impacte del Sistema Públic d'Universitats Públiques Catalanes (SiCUP)<sup>101</sup>, com el del sistema públic d'R+D+I pel costat de la demanda de l'any 2015. En el cas del SiCUP, l'impacte englobava l'activitat docent, de recerca i de transferència de coneixement i, per tant, un entorn d'activitat superior a l'estrictament associat a l'R+D+I, ja que hi incloïa el vessant docent. De tota manera, considerava l'activitat generada per grups i instituts de recerca, part de l'R+D+I dels parcs científics i tecnològics de les universitats públiques, part de l'activitat generada per les *spin-off* i *start-ups* creades a l'empara del SiCUP, entre d'altres.

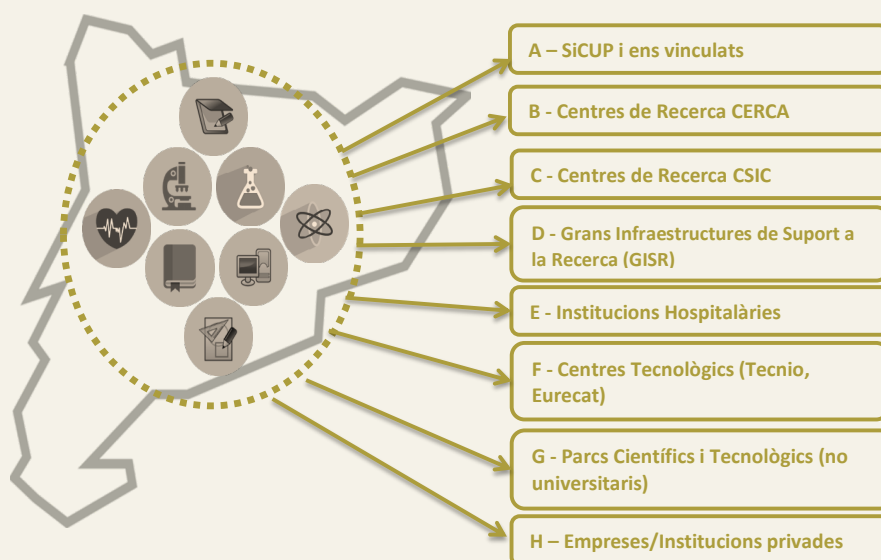
<sup>100</sup> Es resumeixen referències citades a ACUP (2017), a partir d'estudis previs: Aghion et al. (2006), Furman i MacGarvie (2007), Rothaermel i Ku (2008), Power i Malmberg (2008), Bramwell i Wolfe (2008), Ponds et al. (2010), OECD (2010), Link i Scott (2011), Hausman (2012), Hebllich i Slavtchev (2014), Kantor i Whalley (2014), Veugelers i del Rey (2014), Huggins i Prokop (2016), i Feng i Valero (2018), i Valero i Van Reenen (2019).

<sup>101</sup> Hi inclou les universitats públiques (Universitat Autònoma de Barcelona, Universitat de Barcelona, Universitat de Girona, Universitat de Lleida, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitat Pompeu Fabra i la Universitat Rovira i Virgili) més la Universitat Oberta de Catalunya.

Per tant, aquests estudis previs no permeten estimar totalment l'efecte de l'R+D+I a Catalunya, ja que no consideren ni l'R+D+I efectuada per empreses ni per universitats o centres privats, ni tampoc considera un impacte més a mitjà/llarg termini associat als increments de productivitat dels factors productius (i, per exemple, els efectes de creació d'empreses, impacte de patents, increment de coneixement que permet a les empreses millorar el seu negoci, l'activitat generada per l'atracció de nova activitat econòmica, abans esmentats amb més detall).<sup>102</sup> Són estudis pendents de realitzar.

Al gràfic 25 es presenta el conjunt d'agents que fan R+D+I a Catalunya, i sobre els quals caldria estimar l'impacte econòmic.

Gràfic 25. Agents generadors d'R+D+I a Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir d'ACUP (2017)



De tota manera i com a primera estimació de l'impacte econòmic de l'R+D+I a Catalunya, encara que parcial, a continuació es presenten algunes magnituds que n'ajuden al dimensionament. Aquestes estimacions avancen dues conclusions:

- a. la importància econòmica de l'activitat generada per l'R+D+I; i
- b. la necessitat de fer un estudi que permeti assolir aquests objectius de quantificació econòmica, via demanda i via oferta, del conjunt d'R+D+I pública i privada a Catalunya.

## 2.2.1 Impacte a curt termini via demanda

En primer lloc, tot considerant la demanda de béns i serveis procedents dels agents A a G del gràfic 25 (via demanda), per a l'any 2015, a la taula 29 es presenten els principals resultats de l'impacte sobre l'economia catalana.

<sup>101</sup> Hi inclou les universitats públiques (Universitat Autònoma de Barcelona, Universitat de Barcelona, Universitat de Girona, Universitat de Lleida, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitat Pompeu Fabra i la Universitat Rovira i Virgili) més la Universitat Oberta de Catalunya.

<sup>102</sup> Més endavant es presenta una estimació d'aquests impactes, que cal considerar-la aproximada i parcial, a partir d'un multiplicador obtingut a *Biggar Economics* (2016).



Taula 29. Impacte econòmic a curt termini (via demanda). Any 2015. En milions d'euros i nombre de treballadors equivalents a temps complet. Font: ACUP (2017)

| Macromagnitud          | SiCUP(A)        | Sistema R+D+I públic (BaG) | Total (A a G) | SiCUP(A)      | Sistema R+D+I públic (BaG) | Total (A a G) |
|------------------------|-----------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|
|                        | Impacte directe |                            |               | Impacte Total |                            |               |
| Facturació             | 2.468           | 645                        | 3.113         | 4.545         | 1.168                      | 5.713,0       |
| Contribució al PIB     | 1.804           | 406                        | 2.210         | 2.955         | 706                        | 3.661,0       |
| Llocs de Treball (ETC) | 27.804          | 11.040                     | 38.844        | 44.776        | 15.537                     | 60.313,0      |
| Rendes salarials       | 1.163           | 282                        | 1.445         | 1.665         | 416                        | 2.081,0       |
| Rendes fiscals         |                 |                            |               | 1.119         | 267                        | 1.386,0       |
| % PIB a Catalunya      |                 |                            |               | 1,4           | 0,3                        | 1,7           |

Sobre aquests resultats, cal fer les consideracions següents:

- ▶ Aquestes xifres no consideren l'R+D+I realitzada pel sector privat i, per contra, hi inclou, a les columnes (A), l'impacte de l'activitat docent del SiCUP.
- ▶ El sistema públic d'R+D+I de Catalunya (AGENTS B a G) va facturar, l'any 2015, 1.168 M€ (3,2 M€ diaris). Si es considera l'activitat del SiCUP, aquesta xifra puja a 5.713 M€ (15,65 M€ diaris).<sup>103</sup>
- ▶ Alhora, tota aquesta activitat va suposar una contribució al PIB de 706 M€ (només agents B a G), és a dir, un 0,3% del PIB de Catalunya. Si es considera també l'activitat universitària, aleshores suposa l'1,7%.
- ▶ Addicionalment, va generar unes rendes salarials de 416 M€ (agents B a G) i va contribuir a crear/mantenir 15.537 llocs de treball (equivalents a temps complet). Globalment, si s'hi afegeix el SiCUP, les rendes salarials són de 2.081 M€ i 60.313 llocs de treball (ETC).
- ▶ En termes de rendes fiscals generades, l'activitat dels agents B a G va suposar una recaptació fiscal final mesurada en 267 M€, entre impostos nacionals i autonòmics: 148 M€ en termes d'Impost sobre Valor Afegit (IVA), 64 M€ en termes d'Impost sobre la Renta de les Persones Físiques (IRPF) i 55 M€ en termes d'Impost de Societats (IS). Globalment, generen 1.386 M€. Si es considera el SiCUP, ascendeix a 1.386 M€.<sup>104</sup>
- ▶ Per cada 100 € facturats de manera directa, com a conseqüència de l'existència del sistema públic d'R+D+I de Catalunya, es van generar de manera indirecta i induïda 81 € de facturació addicional (multiplicador de la producció de 1,81). Tanmateix, per cada 100 euros de VAB (Valor Afegit Brut), que corresponen a l'efecte directe, es generen uns altres 74 euros addicionals de VAB, com a conseqüència dels efectes indirectes i induïts (multiplicador de l'1,74); per cada 100 euros de rendes salarials, generades de manera directa, es comptabilitzen uns altres 48 euros addicionals, en concepte de rendes salarials que resulten dels efectes indirectes i induïts (multiplicador de l'1,48); finalment, per cada 100 ocupats directes, es registren uns altres 41 ocupats addicionals que s'originen pels efectes indirectes i induïts (multiplicador de l'1,41). En el cas que es consideri també l'activitat universitària, els multiplicadors són: 1,84 (facturació), 1,66 (VAB), 1,44 (rendes salarials) i 1,55 (ocupació).

<sup>103</sup> Estrictament, per considerar la part pública d'R+D+I global, caldria afegir-hi només part de l'impacte SiCUP (agent A), ja que la columna (A) considera també una activitat docent que estrictament no és R+D+I.

- ▶ L'impacte econòmic no es limita al sector de l'R+D+I, sinó que l'impacte és global al conjunt de sectors de l'economia, ja que la resta de sectors també es beneficien de manera indirecta o induïda del sistema públic d'R+D+I. Així, el sector de Recerca i Desenvolupament concentraria el 58,3% de tota la facturació generada (43,7%, si s'hi inclou el SiCUP) i el 72,1% de la totalitat de llocs de treball generats (51,9%, si s'hi inclou el SiCUP). Però, a més, també destacarien altres sectors com ara el sector de comerç al detall (29 M€ de facturació i 474 llocs de treball); el sector de serveis de menjar i begudes (36 M€ de facturació i 373 llocs de treball); el sector d'activitats jurídiques, comptables i assessoria fiscal (20 M€ de facturació i 230 llocs de treball); el sector de comerç a l'engròs (24 M€ i 162 llocs de treball) o el sector d'altres activitats professionals i tècniques (18 M€ i 239 llocs de treball).<sup>105</sup>
- ▶ Els centres CERCA i les seves empreses participades van generar dues tercers parts de tot l'impacte econòmic estimat del sistema públic d'R+D+I (agents B a G, sense incloure-hi ni universitats ni empreses privades).

## 2.2.2 Impacte a mitjà/llarg termini via oferta

Com a segona aproximació per a la quantificació de l'impacte econòmic del sistema d'R+D+I, ja s'ha comentat que caldria veure els efectes a mitjà/llarg termini associats a l'increment de productivitat i activitat econòmica que genera. A ACUP (2017) també es fa una aproximació parcial (ja que només es consideren alguns dels factors de transferència de coneixement generats per les universitats públiques catalanes) de l'impacte econòmic a mitjà termini generat. En concret, s'estima que l'impacte sobre el PIB de Catalunya —associat als recursos externs captats per les universitats per a R+D+I via no competitiva; als ingressos de les universitats per provisió de formació corporativa contínua externa; i als ingressos totals per concessió de llicències d'ús de patents (en els tres casos, referits a l'any 2015)— es troba entre 328,3 i 347,6 M€.

Aquest impacte, però, és incomplet, com s'ha esmentat, perquè no recull tots els efectes generats a llarg termini per l'R+D+I. Per a quantificar millor el seu impacte, caldria fer anàlisis amb altres metodologies (models econòmics, models d'equilibri). Un estudi recent (Valero i Van Reenen, 2019), referit a l'impacte universitari sobre el creixement regional —per tant, estrictament, no és de l'R+D+I— assenyala que “un augment del 10% en la regió del nombre d'universitats per càpita, s'associa amb un PIB futur per càpita d'un 0,4% més alt en aquesta regió”, i “un augment del 10% de l'estoc de patents s'associa amb un 0,5% superior del PIB per càpita”. D'altra banda, Griffith et al. (1998) estimen que un augment del 1% en l'estoc d'R+D suposa un increment permanent de la producció entre un 0,05% i un 0,15%. La mateixa autora (Griffith, 2000) destaca la importància superior del retorn social al estrictament privat: “Hi ha desbordaments d'R+D, la seva magnitud pot ser bastant gran i les taxes de rendibilitat social es mantenen significativament per sobre de les taxes privades”. Addicionalment, estima que l'elasticitat de la producció respecte a R+D és d'un 0,07, és a dir, que “per a un augment del 10% en la despesa en R+D hi haurà una mica menys d'un 1% de creixement en la producció (0,7%)”. Així mateix, Hall (1996) estima que les taxes privades de retorn estan al voltant del 10-15%, tot i que poden arribar a ser del 30% en alguns estudis. Per tant, la literatura confirma l'impacte positiu de l'R+D+I sobre el creixement regional, i el seu impacte social i privat, que és de diferent magnitud segons el sector considerat. En aquest darrer sentit, i tot citant estudis previs realitzats per a d'altres economies (Cameron, 2000 i 2004), es desprèn que l'elasticitat de l'R+D sobre el creixement varia entre els sectors industrials considerats, però globalment el retorn és del 0,24% (amb franges entre el 0,12% i 0,36%, segons branques d'activitat).

<sup>104</sup> És important assenyalar que si es compara aquest retorn fiscal aportat pel SiCUP (1.119 M€ de rendes fiscals entre impostos estatals i autonòmics) amb l'aportació pública feta per la Generalitat de Catalunya l'any 2015 (que és de 735 M€), el retorn fiscal és superior (dada proporcionada per l'informe “Indicadors de formació i docència de les universitats públiques catalanes” de l'Associació Catalana d'Universitats Públiques (2016), tot citant com a font original l'antiga Secretaria d'Universitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya, citada a ACUP (2017). En concret, per cada 100 euros que la Generalitat va destinar al finançament de les universitats públiques, es va generar una recaptació fiscal de més de 152 euros.

<sup>105</sup> En el cas de considerar també el SiCUP —i per tant, els agents A a G— els sectors més beneficiats, a banda dels d'educació superior i R+D, són, a nivell de facturació: activitats immobiliàries (354 M€), comerç al detall (263 M€), serveis de menjar i begudes (226 M€) i serveis allotjament (213 M€). A nivell d'ocupació: comerç al detall (2.368 ocupats), serveis allotjament (2.186), activitats de les llars (1.432) i altres activitats professionals i tècniques (1.404).

### 3. Conclusions

L'impacte econòmic i social de l'R+D+I és de gran rellevància a l'entorn europeu en què ens trobem. Ho és pel coneixement del món material i social que proporciona a la ciutadania i, també, pels efectes sobre la productivitat i el valor afegit que proporciona a la indústria i als serveis i, en conseqüència, al tipus de treball i de salaris que són accessibles a la població. Ho és, així mateix, per la necessitat de tenir criteris ben informats a l'hora de prendre decisions polítiques a l'entorn social i econòmic actual, i amb importants reptes de caràcter global. Per tant, es valora positivament que hi hagi sectors sencers de l'economia catalana que estiguin recolzats per l'existència de centres, grups de recerca i universitats de nivell internacional, que col·laboren amb empreses, que les fan més competitives, i/o que en creen de noves.

Per assolir un bon nivell científic es necessita inversió pública en la formació del personal científic i tècnic i en la recerca bàsica i aplicada. La política científica ha de tenir continuïtat per permetre la formació adient de personal, el manteniment i progrés dels grups i centres de recerca potents i que tinguin visibilitat, tant cap a l'interior del país com cap a l'exterior. Aquesta inversió pública ha de complementar-se amb inversió privada, que pot fer-se tant a grans empreses com a petites i mitjanes empreses, que són especialment dinàmiques en alguns sectors a Catalunya.

L'increment de la despesa en R+D+I, apropant-se als estàndards dels països de l'entorn, és un requeriment bàsic per mantenir i augmentar els nivells de riquesa i benestar del nostre país. La inversió en R+D a Espanya i Catalunya segueix lluny dels estàndards desitjables. Per exemple, l'any 2018, Catalunya va destinar l'1,5%, i el conjunt de l'Estat espanyol, l'1,2% del seu PIB (mentre que la UE-28 hi va destinar el 2,1%).<sup>106</sup> En els darrers anys, després de la crisi econòmica del 2008, no ha donat tampoc un salt significatiu, sinó que s'ha engrandit la diferència respecte la inversió mitjana de l'R+D a la UE.<sup>107</sup> Cal, definitivament, canviar la tendència d'aquests indicadors, i la inversió pública és clau, ja que el seu nivell és menor que el de la inversió privada, i en els darrers anys ha minvat (un 9,8% a l'Estat espanyol, entre 2009 i 2018). Aquesta situació també es veu en el sector privat.<sup>108</sup> Sens dubte, l'estructura empresarial (molt focalitzada en pimes) justifica part de la manca de millors resultats. Cal, però, ser ambiciós, atès que a d'altres països europeus es duplica el percentatge d'inversió en R+D sobre el PIB (que a l'Estat espanyol és del 0,3%). Addicionalment, el percentatge d'inversió en R+D del conjunt del sector privat sobre el PIB (0,7%) és la meitat de la mitjana de la UE-28. Sembla, doncs, necessària una reflexió sobre canvis en el model de finançament de l'R+D a Catalunya.

Per ajudar a impulsar aquest increment del finançament públic a la recerca, és necessari que augmenti la conscienciació social sobre la seva bondat/utilitat. Els beneficis que apareixen en els àmbits sanitaris poden haver quedat clars, però, també és important que ho sigui en altres camps com el del medi ambient, la producció d'aliments o el de les tecnologies digitals que són imprescindibles en el futur proper. Fomentar una cultura científica en la població catalana hauria de ser prioritari. Així mateix, tenir en compte els resultats de la recerca científica és cada cop més important per a la presa de decisions polítiques. Aquestes han de basar-se en la millor informació científica possible que permeti als responsables polítics valorar l'impacte de noves tecnologies en els àmbits socials més diversos. Comptar amb sistemes robustos de consulta a la comunitat científica per part de les institucions polítiques, com el CAPCIT (Consell Assessor del Parlament sobre Ciència i Tecnologia), o la creació cap al final de la crisi d'un Comitè Científic sobre la COVID-19 apareix com una necessitat cada cop més imperiosa que cal reforçar

---

<sup>106</sup> Segons dades de la Fundació Catalana de Recerca i Innovació (Som Recerca (<https://som.fundaciorecerca.cat/dashboard>)), Catalunya està en la posició 104 de 260, incloent-hi regions i països d'Europa, EUA i Àsia. Algunes dades de regions són: Stuttgart (6,95%), East Anglia (4,92%), Karlsruhe (4,76%), Tübingen (4,67%), Viena (3,62%), entre molts d'altres.

<sup>107</sup> Per exemple, la UE-28, el 2018, ja invertia un 27% més que abans de la crisi econòmica del 2008, mentre que a Catalunya es situa al voltant del 6%; a Espanya ha crescut el 2,5% acumulat entre 2009 i 2018; a Alemanya, el 38%; al Regne Unit, el 21%; a Itàlia, el 17%; i França, el 12%, tal com es recull a Informe Cotec (2020).

<sup>108</sup> Tal com recull l'FCRI a Som Recerca, l'any 2018, l'1,5% del PIB és aportat en un 0,88% pel sector d'empreses; el 0,29%, pel sector de l'Administració; el 0,83% per les universitats; i un 0,01%, pel sector sense ànim de lucre. Addicionalment, entre 2014 i 2018, el creixement de l'R+D en el sector d'empreses ha estat del 28,3%, però només del 4,5% en el sector de l'Administració i del 10% en el de les universitats.

Per ajudar a conèixer millor el sistema d'R+D+I a Catalunya, i a augmentar la conscienciació global (de la societat, de l'Administració Pública i de les empreses) sobre la seva rellevància, hi podria ajudar disposar d'un estudi (actualment inexistent) de quantificació de l'impacte de l'R+D+I (públic i privat), pel costat de la demanda i de l'oferta, tot comparant els recursos que es destinen a R+D+I i els retorns que generen.

En tot cas, entre les prioritats que un sistema europeu de recerca com el de Catalunya pot proposar es troben aquelles que permeten desenvolupar la mateixa societat en tots els seus àmbits. Tanmateix, una reflexió d'aquest tipus ha de tenir en compte el seu impacte global i molt en particular els objectius globals indicats en els Objectius del Desenvolupament Sostenible definits per les Nacions Unides.

D'altra banda, l'economia i la recerca són cada cop més intersectorials i interdisciplinàries. L'R+D+I afecta el conjunt dels sectors econòmics i els beneficiats són tots els sectors, atesa la rellevància de les relacions intersectorials que hi ha en l'activitat econòmica. L'impacte de l'R+D+I, com s'ha vist, és transversal i afecta molts camps del coneixement. De la mateixa manera, l'R+D+I s'ha de potenciar en sentit ampli, i s'han de considerar diferents disciplines que, cadascuna des de la seva òptica, ajuden a assolir els objectius socials, econòmics i mediambientals desitjats. Per això, cal evitar focalitzar la recerca en un àmbit, i cal potenciar la recerca, tant en el camp tecnològic, com en el social, empresarial, sanitari, de comunicació, cultural, de gestió, logístic, etc. De tota manera, això no implica que no calgui una prioritització de sectors, segons l'especialització i les demandes socials. Aquesta prioritització ha de mantenir-se en el temps evitant canvis sobtats que poden malmetre esforços en formació i en la creació de centres i empreses de base tecnològica.

Un altre pilar en el desenvolupament de l'R+D+I és el capital humà i la seva formació. Concretament, la formació del personal és un factor essencial per a una societat del coneixement i és necessari disposar d'un sistema universitari dinàmic, competitiu i de la qualitat més alta. Cal reflexionar sobre l'actual oferta en graus i màsters (públics i privats) existent, que permeti encetar un debat sobre models alternatius al que existeix actualment. Així mateix, tot i el programa de doctorats industrials, hi ha un elevat nombre de doctors i doctores sense acollida en l'àmbit privat (indústria i serveis), per la qual cosa caldria repensar com aconseguir una major formació doctoral en l'àmbit industrial i de serveis. Ja en la fase de recerca, hi ha un malbaratament de recursos humans, per manca de tècnics de laboratori, i manca de continuïtat en la carrera investigadora. Així mateix, hi ha un perill a mitjà termini de falta de relleu generacional, en personal de recerca, sobre el qual caldria actuar.

Tot i l'existència d'activitats com ara el Saló de l'Ensenyament, on participen universitats o la iniciativa de la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), Espai Ciència, que es du a terme en universitats i centres de recerca per motivar el jovent a fer estudis científics i donar a conèixer la recerca i innovació, manca encara una formació analítica i tecnològica més gran a etapes inicials de la formació. Cal garantir que els estudiants no només estiguin ben formats, sinó també ben informats per afrontar la fase universitària. Especialment, cal reforçar el valor de les STEM que sovint no estan prou visualitzades en l'oferta formativa, en el seu ampli ventall, i en les opcions de futur professional que ofereixen. També és cert pels nous conceptes de la biologia que donen lloc a aplicacions noves que poden tenir efectes importants sobre l'estil de vida de la gent. És necessari continuar aprofundint en accions que permetin disposar de professorat en àmbits científics i tecnològics ben format, amb vocació motivadora i que transmetin l'aplicabilitat de les respectives temàtiques en els àmbits professionals. En aquesta línia cal destacar accions com les que gestiona l'FCRI, en els programes de joves talents científics i petits talents científics o la plataforma STEMarium, de cara a proporcionar recursos al professorat en la formació i motivació científica.

També seria necessària una reflexió sobre l'impacte social i econòmic de la mobilitat del personal investigador, cap a fora de Catalunya i l'atractiu de Catalunya per al personal format de fora als llocs de treball amb càrrega científica, tecnològica o dels oficis culturals. En un món globalitzat és obvi que la mobilitat és inherent a l'avenç del coneixement. Però caldria fer un esforç perquè Catalunya, en el saldo resultant, no sigui deficitària.

Un darrer aspecte per a considerar, en relació al capital humà dedicat a la recerca, és que, per tenir excel·lència en R+D+I, cal una base àmplia d'investigadors. Si fem servir la figura geomètrica de la piràmide, cal tenir una base sòlida de talent per anar disposant de talent d'excel·lència als nivells més alts. És clar que cal prioritzar i apostar per l'excel·lència, però sense desentendre's (ni deixar de recolzar) de la necessària base de la piràmide (a nivell de dotació de recursos humans i materials). D'altra banda, el mateix concepte d'excel·lència, i sobretot la seva mesura, és objecte d'una discussió que caldria dur a terme també a Catalunya.

Finalment, cal tenir en compte que la tecnologia augmenta la productivitat i, per tant, la riquesa, i si això no es regula pot incrementar el desequilibri econòmic, social i engrandir la bretxa digital de la població. Es pot generar desequilibri territorial, tant en nombre d'habitants com d'opcions de futur dels qui hi viuen, si no s'aconsegueix una infraestructura mínima necessària a tot el territori.

# Bibliografia

ACCIÓ (2019) *La Internet de les Coses (IoT) a Catalunya: Píndola tecnològica*. <https://www.accio.gencat.cat/web/content/bancconeixement/documents/pindoles/iot-cat.pdf>

ACCIÓ (2020) *La ciberseguretat a Catalunya; informe tecnològic. Píndola Tecnològica*. <https://www.accio.gencat.cat/web/content/bancconeixement/documents/pindoles/ciberseguretat-pindola-tecnologica-CAT.pdf>

ACCIÓ (2021a) *Anàlisi de la innovació a Catalunya (2019). Dades oficials de l'INE*. [http://www.accio.gencat.cat/web/content/bancconeixement/documents/informes\\_innovacio/Analisi-innovacio-2019.pdf](http://www.accio.gencat.cat/web/content/bancconeixement/documents/informes_innovacio/Analisi-innovacio-2019.pdf)

ACCIÓ (2021b) *El sector de les TIC a Catalunya: Píndola sectorial*. <https://www.accio.gencat.cat/web/content/bancconeixement/documents/pindoles/TIC-sector-pindola.pdf>

ACUP (2017) *Impactes socioeconòmics de les universitats públiques i el sistema públic de recerca de Catalunya*. Associació Catalana d'Universitats Públiques. ISBN: 978-84-697-5824-3.

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](https://indicadorsuniversitats.cat/wp-content/uploads/2020/12/recerca_2020_00_informe_ca_m.pdf)

AGAUR (2021) *Resultats de la participació catalana als ajuts del Consell Europeu de Recerca del 7è PM i Horitzó 2020* [https://agaur.gencat.cat/web/content/Documents/Internacionalitzacio/Projectes-Europeus-dRDI/FactSheetERC\\_CAT\\_maig21\\_acc-copy.pdf](https://agaur.gencat.cat/web/content/Documents/Internacionalitzacio/Projectes-Europeus-dRDI/FactSheetERC_CAT_maig21_acc-copy.pdf)

Aghion, P., Meghir, C., i Vandenbussche, J. (2006). "Growth, Distance to Frontier and Composition of Human Capital". *Journal of Economic Growth*, 11(2), 97-127.

Aibar, E., Guigó, R., López, D., Rodríguez, I., i Suriñach, J. (2007). *Estudi d'indicadors per a mesurar el retorn social de la recerca a Catalunya*. UOC i CIRIT. Mimeo.

Amat, J., Casals, A., Pastor, A (2019). "Efectes econòmics i socials de la Digitalització". *Butlletí del CAPCIT* núm. 14, Abril.

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](https://aquas.gencat.cat/web/content/minisite/aquas/publicacions/2020/cdr_recerca_instituts-centres_2016-2017_aquas2020.pdf)

Arbo P., i Benneworth P. (2007) "Understanding the regional contribution of higher education institutions: A literatura review". *Education Working Paper 9*. OECD, Paris.

BiGGAR Economics (2016). *Economic Contribution of the LERU Universities*. LERU. [www.leru.org](http://www.leru.org)

Biocat (2020). *Informe 2020*. <https://www.biocat.cat/ca/bioregio-catalunya/publicacions-biocat>

BIS (2013). "The Benefits of Higher Education Participation for Individuals and for Society: Key findings and reports. The quadrants". *BIS Research Paper No. 146*, Department for Business, Innovation and Skills.

Bramwell, A. i Wolfe, D.A. (2008). "Universities and regional economic development: The Entrepreneurial University of Waterloo". *Research Policy*, 37 (8), 1175-1187.

Brennan, J., Chanfreau, J., Finnegan, J., Griggs, J., Kiss, Z. i Park, A. (2015). "The effect of Higher Education on graduates' attitudes: Secondary Analysis of the British Social Attitudes Survey. Department of Business innovation and Skills". *Bis Research Paper no. 200*. [www.gov.uk/bis](http://www.gov.uk/bis)

Brennan, J., Durazzi, N. i Tanguy, S. (2013). "Things we know and don't know about the wider benefits of Higher Education: A review of the recent literatura". *BIS Research Paper No. 133*, Department for Business, Innovation and Skills.

Cadence-Economics (2016). *The Graduate Effect: Higher Education Spillovers to the Australian Workforce*. Report for Universities Australia.

Cameron, G (2000). *R&D and Growth at the Industry Level*. <http://www.nuffield.ox.ac.uk/economics/papers/2000/w4/ie.pdf>

Cameron, G. (2004). K. Mimeo. [https://www.researchgate.net/profile/Stephen-Redding/publication/228751194\\_Openness\\_RD\\_and\\_growth\\_at\\_the\\_industry\\_level/links/00b495262735877a04000000/Openness-R-D-and-growth-at-the-industry-level.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Stephen-Redding/publication/228751194_Openness_RD_and_growth_at_the_industry_level/links/00b495262735877a04000000/Openness-R-D-and-growth-at-the-industry-level.pdf)

Carayannis, E.G., Barth, T.D, Campbell D. F.J. (2012) "The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation". *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 1:2 <http://www.innovation-entrepreneurship.com/content/1/1/2>

Cohen, C. (2021) "Reflections Guiding Smart Specialization Strategies. Impact Assessment". *JCR Publications Repository*, DOI: [10.2760/838352](https://doi.org/10.2760/838352)

Col·legi Enginyers Industrials de Catalunya (2017). *Indústria 4.0, Una reflexió pensant en la Pime*. Comissió Indústria 4.0. Document de Treball. [https://www.eic.cat/promocio/e\\_marqueting/comissioi40/Dossier\\_PIME\\_Comissioi40\\_2017\\_V7.pdf](https://www.eic.cat/promocio/e_marqueting/comissioi40/Dossier_PIME_Comissioi40_2017_V7.pdf)

Compàs (2020). *Mapa de la Recerca en Ciències Agroalimentàries, 2016-2019*. FCRI.

Cotec (2018) *Informe Cotec. Ejecución presupuestaria de la I+D pública (2017)*. <https://cotec.es/presupuesto-ejecutado-idi-2017-estado/>

Cotec (2020). *Informe Cotec 2020*. ISBN: 978-84-92933-43-3. DL: M-9428-2020.

CREDA (2020) *La participació catalana en els fons europeus competitiu 2014-2019*. [https://observatori.iec.cat/wp-content/uploads/2020/12/CREDA\\_ParticipacioCatalana\\_2014-2019.pdf](https://observatori.iec.cat/wp-content/uploads/2020/12/CREDA_ParticipacioCatalana_2014-2019.pdf)

CRUE (2019) *La Universidad española en cifras, 2017-2018*. [https://www.crue.org/wp-content/uploads/2020/02/UEC-1718\\_FINAL\\_DIGITAL.pdf](https://www.crue.org/wp-content/uploads/2020/02/UEC-1718_FINAL_DIGITAL.pdf)

Curtis J., Grabb, E., Perks, T., i Chui, T. (2008). "Political involvement, civic engagement, and social inequality". In E.Grabb & N. Guppy (eds.) *Social Inequality in Canada: Patterns, Problems and Policies* (pp. 409-28). Fifth edition. Toronto: Pearson.

Cybermetrics Lab (2021) *Ranking of researchers in Spain and Spaniards abroad (I): From 1 to 5000* <https://www.webometrics.info/en/GoogleScholar/Spain>

DeClou, L. (2014). *Social Returns: Assessing the benefits of higher education*. Higher Education Quality Council of Ontario.

Development Poles, UAB, UB, FBG (2021). "Estudio comparativo del impacto económico y social que una selección de instituciones universitarias de América Latina tiene en sus respectivos entornos locales o regionales". Entregable 1 Plan de implementación y metodología. Mimeo.

Drucker J. i Goldstein H. (2007). "Assessing the Regional Economic Development Impacts of Universities: A Review of Current Approaches". *International Regional Science Review*, 30, (1), 20-46.

Dziechciarz-Duda, M. i Król, A. (2013). "On the Non-Monetary Benefits of Tertiary Education". *Econometrics*, 3(41), 78-94.

EIC – GT4.0 (2021). *GT Industria 4.0 Status Report*: <https://www.eic.cat/comissions/industria-40>

EIC-Salut (2021). Comissió d'Enginyeria de la Salut. <https://www.eic.cat/comissions/enginyeria-de-la-salut>

Eurecat (2021). *Informe d'auditoria i comptes anuals de l'exercici anual acabat el 31 de desembre de 2020*. <https://eurecat.org/wp-content/uploads/2021/06/FUNDACIO-EURECAT-auditoria-2020.pdf>

FCRI (2019). *Caracterització de les patents de les universitats catalanes i dels centres CERCA*. [https://docs.fundaciorecerca.cat/20194859\\_CompasStudies\\_patentsuniv\\_abril2019.pdf](https://docs.fundaciorecerca.cat/20194859_CompasStudies_patentsuniv_abril2019.pdf)

FCRI (2020). *Mapa de la Recerca en Ciències Agroalimentàries (2017-2019)*. [https://docs.fundaciorecerca.cat/202011514\\_COMPAS\\_mapa\\_agro.pdf](https://docs.fundaciorecerca.cat/202011514_COMPAS_mapa_agro.pdf)

FEDIT (2020). *Informe anual 2019*. [https://fedit.com/PDFs/memoria\\_fedit\\_2019\\_LR.pdf](https://fedit.com/PDFs/memoria_fedit_2019_LR.pdf)

Feng, A., i Valero, A. (2018). *Skill biased management: Evidence from Manufacturing firms*, Mimeo.

Foment del Treball Nacional (2020). *VI Informe de la situació econòmica i laboral de la PIME Catalana. Actualitat Econòmica i Laboral*. [http://www.fepime.cat/wp-content/uploads/2020/11/Sise\\_Informe\\_cat\\_baixa\\_resolucio.pdf](http://www.fepime.cat/wp-content/uploads/2020/11/Sise_Informe_cat_baixa_resolucio.pdf)

Frield, J., Volpe, M. (2016) *Using the Quadruple Helix Approach to accelerate the transfer of research and innovation results to regional growth*. European Union. Committee of the Regions, doi:10.2863/408040

Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació. Som Recerca. <https://som.fundaciorecerca.cat/dashboard>

Fundación CyD (2019) *Informe CyD 2019*. <https://www.fundacioncyd.org/publicaciones-cyd/informe-cyd-2019/>

Furman, J. i MacGarvie, M. (2007). "Academic science and the birth of industrial research laboratories in the U.S. pharmaceutical industry". *Journal of Economic Behavior & Organization*, 63, 756-776.

Generalitat de Catalunya (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](https://universitatsirecerca.gencat.cat/web/content/10_publicacions/1_sistema_duniversitats_i_recerca/docs/Sistema_educacio_superior_recerca_i_innov_visio_global_2019.pdf)

Generalitat de Catalunya (2020) *Pacte Nacional per a la Societat del Coneixement*. [http://empresa.gencat.cat/web/content/actualitat/pacte-nacional-societat-coneixement/documents/document\\_final\\_multiidioma/Pacte-Nacional-per-a-la-Societat-del-Coneixement.pdf](http://empresa.gencat.cat/web/content/actualitat/pacte-nacional-societat-coneixement/documents/document_final_multiidioma/Pacte-Nacional-per-a-la-Societat-del-Coneixement.pdf)

Generalitat de Catalunya (2021) *El Sistema de Coneixement a Catalunya. Una mirada des del Consell Consultiu del PN@SC, 2021* [http://empresa.gencat.cat/web/content/actualitat/pacte-nacional-societat-coneixement/documents/arxius/El-Sistema-de-Coneixement-de-Catalunya\\_v3.pdf](http://empresa.gencat.cat/web/content/actualitat/pacte-nacional-societat-coneixement/documents/arxius/El-Sistema-de-Coneixement-de-Catalunya_v3.pdf)

Generalitat de Catalunya (2021) *Memòria del Pla Doctorats Industrials 2020*. Generalitat de Catalunya <https://doctoratsindustrials.gencat.cat/memoriadi20/>

Glaeser, E., Ponzetto, G. i Shleifer, A. (2006). "Why does democracy need education?". *Journal of Economic Growth*, 12 (2), 77-99.

Goddard J, i Kempton L. (2011). *Connecting universities to regional growth: A practical guide*. European Commission, Brussels.

Grau, Francesc Xavier (2011) *Propostes per a la universitat pública i el sistema de recerca i innovació de Catalunya*. <http://llibres.urv.cat/index.php/purv/catalog/download/116/102/240-1?inline=1>

Griffith, R., (2000) *How important is business R&D for economic growth and should the government subsidise it?* The Institute for Fiscal Studies, Briefing Note No. 12, <https://ifs.org.uk/bns/bn12.pdf>

Griffith, R., Redding, S., i Van Reenen, J. (1998). "Productivity Growth in a Panel of OECD Industries", *CEPR Discussion Paper 2457*.

Hall, B. (1996), "The private and social returns to research and development". In B. Smith i C. Barfield (eds), *Technology, R&D, and the Economy*. Washington, DC: Brookings Institution and American Enterprise Institute.

Hausman, N. (2012). "University Innovation, Local Economic Growth, and Entrepreneurship". *US Census Bureau Center for Economic Studies Paper No. CES-WP- 12-10*.

Heblich, S. i Slavtchev, V. (2014). "Parent Universities and the Location of Academic Startups". *Small Business*, 42 (1), 1-15.

Higher Education Quality Council of Ontario (2013). *Performance indicators: A report on where we are and where we are going*. Toronto: Higher Education Quality Council of Ontario.

- Hout, M. (2012). "Social and economic returns to college education in the United States". *Annual Review of Sociology*, 38, 379-400.
- Huggins R. i Prokop, D. (2016). *Network structure and regional innovation: A study of university-industry ties*. *Urban Studies*. Article first published online: February 23, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098016630521>
- Idescat (2020). *Utilització del sòl (2019)*, Institut d'Estadística de Catalunya, Generalitat de Catalunya [Consulta 2020]. <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10547&tema=terri&t=201900>
- Kantor, S., i Whalley, A. (2014). Knowledge spillovers from research universities: Evidence from endowment value shocks. *Review of Economics and Statistics*, 96(1), 171-188.
- Leslie, L.L. i Slaughter, Sh.A. (1992). "Higher education and regional development". In Becker, W.E., Lewis D.R. (eds), *The economics of American higher education*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-2950-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-94-011-2950-3_9)
- Link, A.N. i Scott, J.T. (2011). "Research, Science, and Technology Parks: Vehicles for Technology Transfer". University of North Carolina at Greensboro. Department of Economics Working Paper Series. Working Paper 11-22.
- Marinelli, E., Fernández, T., Pontikakis, D. (2021). "Towards a transformative Smart Specialisation Strategy: lessons from Catalonia, Bulgaria and Greece". *JCR Science for Policy Report*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/58a4349f-8866-11eb-ac4c-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-214965539>
- McMahon, W.W. (2009). *Higher education, greater good: The private and social benefits of higher education*. The Johns Hopkins University Press.
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2020). *Datos particularizados de Cobertura de banda ancha en Cataluña a 30 de junio de 2019*. <https://advancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/cobertura/datos2019/Catalu%C3%B1a.pdf>
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2021). *PROFARMA 2017-2020: Fomento de la competitividad en la industria farmacéutica. Convocatoria 2020. Informe de resultados* <https://www.mincotur.gob.es/PortalAyudas/profarma/Descripcion/Resultados/Convocatoria%202020/informe--resultados-2020.pdf>
- OCDE (2010). *Higher Education in Regional and City Development: Catalonia, Spain*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264089006-en>
- OCDE (2015). "Scientific Advice for Policy Making the Role and Responsibility of Expert Bodies and Individual Scientists", *OECD Library, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*. [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/scientific-advice-for-policy-making\\_5js331jcpwb-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/scientific-advice-for-policy-making_5js331jcpwb-en)
- OCDE (2018). *A Broken Social Elevator? How to Promote Social Mobility*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264301085-en>.
- Olivé, A., Canals, M. (2021). "Perspectives laborals dels doctorats en enginyeries i arquitectura a Catalunya". *Revista de Tecnologia* (en premsa).
- Palau, E., Amat, O. (2021). Estudi d'impacte econòmic, social i mediambiental. El cas de TMB. Barcelona School of Management. UPF.
- Pastor, J.M., Peraita, C., i Pérez, F. (2016). "Estimating the long-term economic impacts of Spanish universities on the national economy". *Papers in Regional Science*, 95 (4): 673-692 doi:10.1111/pirs.12157. <http://hdl.handle.net/10550/56177>
- Pérez, F., Pastor, J.M. i Peraita, C. (2015). *La contribución socioeconómica de las Universidades Públicas Valencianas. Tercer Informe del SUPV 2015*. Ivie.
- Ponds R., van Oort, F. i Frenken K (2010). "Innovation, spillovers and university-industry collaboration: An extended knowledge production function approach". *Journal of Economic Geography*, 10(2), 231-255.



Power, D. i Malmberg, A. (2008). "The contribution of universities to innovation and economic development: in what sense a regional problem?". *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 1, 233 – 245.

Puigdomènech, P. (2020). *Por qué y cómo se hace la ciencia*. Ediciones de la Catarata. 133 pp.

Riba Romeva, C., Tudurí, L., Riba Sanmartí, G. (2021). "Transició energètica i canvi de paradigma". *Revista de Tecnologia*, Institut d'Estudis Catalans (en premsa)

Rothaermel, F. T. i Ku, D. N. (2008). "Intercluster innovation differentials: The role of research universities". *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(1), pp. 9-22.

Savage, J. i Norton, A. (2012). *Non-financial benefits of*. Higher Education Grattan Institute.

Segarra, A. et al. (2011). *El poder de les idees. Impactes de la URV sobre la societat*. URV. <http://digital.publicacionsurv.cat/index.php/purv/catalog/book/104>

Siegfried J.J., Sanderson A.R., i McHenry P. (2007). "The economic impact of colleges and universities". *Economics of Education Review* 26, 546–558.

Suriñach, J., Vayá, E., García Sanchís, J.R., Murillo, J. i Romaní, J. (2020). "Informe inicial impacto cuantitativo: referentes y metodología". Laboratori AQR-Lab. Universitat de Barcelona. Mimeo. Inclòs a *Development Poles*, UAB, UB, FBG (2021) "Estudio comparativo del impacto económico y social que una selección de instituciones universitarias de América Latina tiene en sus respectivos entornos locales o regionales". Entregable 1 Plan de implementación y *metodología*. Mimeo.

UNESCO (2021). *Informe sobre la Ciencia: La carrera contra el reloj para un desarrollo más inteligente*. Resumen ejecutivo. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377250\\_spa.locale=es](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377250_spa.locale=es)

UUK (2015) The economic role of UK universities. Universities United Kingdom. <http://www.universitiesuk.ac.uk/policy-and-analysis/reports/Documents/2015/the-economic-role-of-uk-universities.pdf>

UVIC-UCC (2018). *La UVic i el seu impacte en el territori*. Enric Casulleras (2018). <https://drive.google.com/file/d/1hmNQfHG1khDUQ4Mq3QqV0203oKavT3c6/view>

Valero, A. i Van Reenen, J. (2019). "The Economic Impact of Universities: Evidence from Across the Globe." *Economics of Education Review*, 68, 53-67.

Veugelers, R. i del Rey, E. (2014). "The contribution of universities to innovation, (regional) growth and employment. European Network on Economics of Education (EENEE)". *Analytical Report*, 18. Prepared for the European Commission.

Vilalta, Josep M. (2017). "Perquè la recerca catalana té una salut de ferro?". *Nació digital*, 13 d'abril de 2017. <https://www.naciodigital.cat/noticia/129144/ciencia-catalana-te-salut-ferro>

Vilalta, Josep M. (dir.) (2019). *Construint la Catalunya del coneixement (1985-2015). Tres dècades que han transformat el país des de les universitats i la recerca científica*. UOC Media Publishing, 2019.

# Llista de taules i gràfics

## Taules

|   |    |
|---|----|
| Taula 1. Captació de fons competitiu i no competitiu de les universitats públiques catalanes (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya .....   | 10 |
| Taula 2. Origen dels recursos competitiu captats per les universitats públiques i ens vinculats (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya .....  | 11 |
| Taula 3. Vies de finançament de les universitats públiques i destinació universitats i ens vinculats (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....  | 12 |
| Taula 4. Evolució dels recursos captats per les universitats públiques (competitiu i no competitiu) per sector d'origen dels fons (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....   | 12 |
| Taula 5. Capacitat de captació de fons de les universitats públiques per categories de PDI i mitjana d'euros per càpita 2017-2019. Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....   | 13 |
| Taula 6. Captació de fons competitiu i no competitiu de les universitats privades durant el període 2015-2019. Font: elaboració pròpia a partir de dades de les universitats privades catalanes .....                                 | 14 |
| Taula 7. Personal d'R+D de les universitats públiques per grups de categories (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....   | 15 |
| Taula 8. Grups de recerca reconeguts, universitats catalanes (2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....   | 18 |
| Taula 9. Tesis llegendes per comunitats autònomes en els darrers cinc anys. Font: <i>La universidad española en cifras 2017/2018</i> (CRUE) .....   | 21 |
| Taula 10. Tesis doctorals llegendes a les universitats públiques per part d'estudiants d'altres països (curs 2018-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....   | 22 |
| Taula 11. Institucions espanyoles de recerca en el rànquing mundial d'institucions de recerca (2014-2018). Font: Informe CyD 2019.....  | 23 |
| Taula 12. Evolució de la ràtio de publicacions del personal docent i investigador equivalent a jornada completa (2014-2018). Font: <i>Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020</i> (ACUP) ..... | 27 |
| Taula 13. Publicacions científiques a accés obert de les universitats públiques (2012-2019). Font: elaboració pròpia a partir de dades del Portal de la Recerca de Catalunya (PRC).....   | 28 |
| Taula 14. Publicacions científiques a accés obert de les universitats privades (2012-2019). Font: elaboració pròpia a partir de dades del Portal de la Recerca de Catalunya (PRC).....  | 29 |
| Taula 15. Sol·licituds de patents de les universitats públiques catalanes (excepte UOC) (2010-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya .....  | 31 |
| Taula 16. <i>Spin-offs</i> creades per les universitats públiques (excepte UOC) (2010-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....   | 31 |

|  |    |
|--|----|
| Taula 17. Recursos captats per a R+D per les universitats públiques segons l'origen, sector públic i privat (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....  | 32 |
| Taula 18. Empreses derivades actives i càtedres universitat-empresa-societat vigents a les universitats públiques (2014-2018). Font: <i>Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020</i> (ACUP)..... | 32 |
| Taula 19. Fons captats del programa marc Horitzó 2020 per universitat (2015-2019). Font: AGAUR....   | 33 |
| Taula 20. Personal d'R+D de les universitats públiques (excepte UOC) provinents de la resta de l'Estat espanyol i d'altres països (2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....   | 34 |
| Taula 21. Investigadors en formació de les universitats públiques (excepte UOC) provinents de la resta de l'Estat espanyol i d'altres països (2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....  | 34 |
| Taula 22. Comparativa entre diferents subconjunts de centres de recerca amb participació CERCA. Font: elaboració pròpia a partir de dades AQUAS i BIST.....  | 41 |
| Taula 23. Dades dels centres CSIC a Catalunya. Font: CSIC.....   | 42 |
| Taula 24. Distribució per gènere dels caps de grup de recerca segons camp de coneixement. Font: CERCA.....   | 46 |
| Taula 25. Evolució de la distribució per gènere en el transcurs de la carrera investigadora. Font: SUR.....  | 46 |
| Taula 26. Evolució de la distribució per gènere en el transcurs de la carrera investigadora segons la nomenclatura europea. Font: CERCA, reunió de directors 23 juliol 2021.....   | 46 |
| Taula 27. Indicadors bibliomètrics dels centres CERCA per al període 2017-2020. Font: Research Mark Analytics / I-CERCA.....   | 50 |
| Taula 28. Impacte Normalitzat dels centres BIST per àrees de coneixement (2016-2020). Font: BIST a partir de Essential Science Indicators (ESI) - WoS Core Collection.....   | 51 |
| Taula 29. Impacte econòmic a curt termini (via demanda). Any 2015. En milions d'euros i nombre de treballadors equivalents a temps complet. Font: ACUP (2017) .....  | 81 |

## Gràfics

|   |    |
|---|----|
| Gràfic 1. Finançament de la Generalitat de Catalunya per a inversions de les universitats públiques catalanes (2001-2020) en milers d'euros.....  | 14 |
| Gràfic 2. Evolució de l'edat mitjana del personal investigador de les universitats públiques (2016-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya .....   | 16 |
| Gràfic 3. Distribució per gènere de les plantilles de PDI de les universitats públiques (2014-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya .....  | 17 |
| Gràfic 4. Carrera professional del personal investigador per categories i gènere (2018). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....   | 17 |
| Gràfic 5. Nombre d'investigadors de les universitats catalanes entre els 5.000 més citats a Espanya. Font: Cybermetrics Lab.....  | 19 |
| Gràfic 6. Tesis doctorals llegides a les universitats públiques (cursos 2014-2015 a 2018-2019). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya.....  | 19 |
| Gràfic 7. Distribució de les tesis doctorals llegides a les universitats públiques per àmbits de coneixement (curs 2017-2018). Font: UNEIX, Generalitat de Catalunya .....  | 20 |
| Gràfic 8. Publicacions per personal docent i investigador equivalent a jornada completa de les universitats públiques espanyoles (2018). Font: <i>Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020</i> (ACUP) .....   | 27 |
| Gràfic 9. Despesa en recerca i desenvolupament (educació superior i govern) respecte al PIB i impacte normalitzat de la producció científica als països de la UE-15 (2013-2017). Font: <i>Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020</i> (ACUP) ..... | 28 |
| Gràfic 10. Publicacions científiques a accés obert de les universitats públiques (2012-2019). Font: elaboració pròpia a partir de dades del Portal de la Recerca de Catalunya (PRC).....  | 29 |
| Gràfic 11. Publicacions científiques a accés obert de les universitats privades (2012-2019). Font: elaboració pròpia a partir de dades del Portal de la Recerca de Catalunya (PRC).....   | 30 |
| Gràfic 12. Aportació del sector privat al finançament de la recerca del sistema universitari públic segons la procedència i la finalitat de l'entitat contribuïdora (2018). Font: <i>Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes 2020</i> (ACUP).....       | 33 |
| Gràfic 13. Despesa interior bruta en R+D per sector, EU28, 2006-2017. Font: Eurostat .....  | 44 |
| Gràfic 14. Despesa interior bruta en R+D per origen dels fons, UE-28, 2005-2016. Font: Eurostat.....  | 44 |
| Gràfic 15. Pes del personal segons gènere en les diferents categories professionals del conjunt de centres/instituts de recerca en salut (tisora de gènere), dades període 2013-2017. Font: AQUAS.....  | 47 |
| Gràfic 16. Evolució del nombre de patents del conjunt de centres CERCA, PATSTAT 2007-2016. Font: Compàs.....  | 53 |
| Gràfic 17. Evolució del nombre de patents universitàries catalanes. PATSTAT 2007-2016. Font: Compàs.....  | 53 |

|   |    |
|---|----|
| Gràfic 18. Evolució del nombre de <i>start-ups</i> CERCA en el període 1996-2019. Font: CERCA.....  | 53 |
| Gràfic 19. Ecosistema de <i>start-ups</i> de la Bioregió de Catalunya. Font: Biocat.....  | 56 |
| Gràfic 20. Internet de les coses i ODS. Font: <i>ACCIÓ a partir de dades World Economic Forum, SmartCity Expo World Congress, ITU, CISCO, ERICSSON.</i> .....                                       | 57 |
| Gràfic 21. Resultats de l'avaluació 2016-2019. Font: i-CERCA.....   | 59 |
| Gràfic 22. Nombre d'ajuts ERC: percentatge de finançament corresponent a cada tipus d'ajut; nombre de projectes. Font: AGAUR .....  | 60 |
| Gràfic 23. Citacions i impacte de les publicacions científiques d'ICREA. Font: ICREA.....   | 61 |
| Gràfic 24. Visualització de la gran interacció entre els agents que componen la quintuple hèlix, coneixement, indústria, govern, societat, democràcia i socioecologia. Font: elaboració pròpia..... | 69 |
| Gràfic 25. Agents generadors d'R+D+I a Catalunya. Font: elaboració pròpia a partir d'ACUP (2017) ..   | 80 |

# Agraïments institucionals

Àrea d'Innovació de l'Agència per la Competitivitat Empresarial (ACCIÓ)  
Associació Catalana d'Universitats Públiques (ACUP)  
Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR)  
Barcelona Supercomputing Center (BSC)  
Barcelona Institute of Science and Technology (BIST)  
CataloniaBio & HealthTech  
Consorti de Serveis Universitaris de Catalunya (CSUC)  
Delegació del CSIC a Catalunya  
Antic Departament d'Empresa i Coneixement. Generalitat de Catalunya  
Direcció General de Recerca de l'anterior Departament d'Empresa i Coneixement. Generalitat de Catalunya  
Direcció General d'Universitats de l'anterior Departament d'Empresa i Coneixement. Generalitat de Catalunya  
Secretaria d'Universitats i Recerca de l'anterior Departament d'Empresa i Coneixement. Generalitat de Catalunya  
Departament de Recerca i Universitats. Generalitat de Catalunya  
Fundació Institució dels Centres de Recerca de Catalunya (ICERCA)  
Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC)  
Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA)  
Rectorat de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)  
Rectorat de la Universitat de Barcelona (UB)  
Rectorat de la Universitat de Girona (UdG)  
Rectorat de la Universitat de Lleida (UdL)  
Rectorat de la Universitat Pompeu Fabra (UPF)  
Rectorat de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)  
Rectorat de la Universitat Rovira i Virgili (URV)  
Rectorat de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)  
Rectorat de la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic - UCC)  
Vicerectorat de Recerca i Transferència del Coneixement (UVic- UCC)  
Rectorat de la Universitat Abat Oliba (UAO)  
Vicerectorat de Relacions Internacionals i Recerca (UAO)  
Rectorat de la Universitat Ramon Llull (URL)  
Vicerectorat de Recerca i innovació (URL)  
Rectorat de la Universitat Internacional de Catalunya (UIC)  
Vicerectorat de Recerca, Innovació i Transferència (UIC)



Generalitat de Catalunya  
**Departament de Recerca  
i Universitats**

**fc**ri

Fundació Catalana per a  
la Recerca i la Innovació

