

Producció de coneixement científic i tecnològic a Catalunya (2000-2014)

Presentació dels resultats de l'anàlisi de diferents característiques del sistema R+D de Catalunya dins el període 2000-2014: mida, producció científica i tecnològica, i innovació

Aquest informe usa fonts de prestigi internacional com l'Eurostat i les bases de dades de Thomson-Reuters: National Citation Report for Spain (NCR) i National Science Indicators (NSI), extretes del Web of Science (WOS).

Introducció

L'objectiu d'aquest estudi és caracteritzar el sistema de recerca català analitzant-ne la mida i la producció. La mida del sistema català s'ha comparat amb la d'altres usant el total de personal en R+D i el nombre d'investigadors com a indicadors. La producció científica, i també els aspectes qualitius associats, s'han estimat per mitjà de les publicacions científiques enregistrades a l'NCR i l'NSI. La innovació s'ha analitzat prenent com a indicador el nombre de sol·licituds de patents enregistrades a l'Oficina Europea de Patents (EPO).

Resultats

Mida del sistema R+D

En aquesta secció es descriu la mida del sistema R+D català analitzant dos col·lectius: 1) total de personal dedicat a tasques d'R+D (total *R&D personnel*), que inclou investigadors i personal de suport; i 2) nombre d'investigadors (*researchers*).

Aquesta anàlisi inclou dos indicadors: 1) nombre d'actius o persones (*head count*, HC), i 2), equivalent de jornada completa (EJC, o *full time equivalent*, FTE).

Objectius

Comparar la mida del sistema R+D català amb la dels sistemes d'altres regions i països. Dos sistemes R+D es consideren comparables quan les seves grandàries es diferencien en menys del 5%.

Resultats de l'anàlisi

Entre 2009 i 2013 el sistema català va tenir 63.000 persones (investigadors i personal de suport) de mitjana anual (45.000 EJC, aproximadament), mentre que el subconjunt d'investigadors va estar format per 40.000 investigadors de mitjana anual (26.000 EJC). Sobre aquesta base, tant si es considera el total de personal com la comunitat d'investigadors, el sistema català va presentar una mi-

Resum

- El sistema R+D català té una mida equivalent als sistemes d'Escòcia i Noruega.
- En el context de l'Estat espanyol, Catalunya és, juntament amb Madrid, un dels pols més importants de recerca.
- Pel que fa a la producció de publicacions científiques, el sistema R+D català continua en un procés d'expansió i d'increment de la internacionalització. La visibilitat i excel·lència de les publicacions catalanes es va situar un 10% per damunt de la mitjana mundial durant els 15 anys analitzats.
- Dos terços dels 21 camps de recerca analitzats representen fortaleces del sistema R+D català.
- La capacitat innovadora de Catalunya mostra febleses des de la perspectiva del nombre de sol·licituds de patents per milió de població activa i en camps d'alta tecnologia.

da comparable a la de ciutats com Stuttgart, o a la de països com Noruega i Escòcia (figura 1).

Producció de coneixement científic i tecnològic

Aquesta anàlisi es basa en indicadors derivats del nombre de publicacions en revistes científiques amb revisió per semblants indexades al Web of Science (WOS) de Thomson-Reuters, i també en el nombre de citacions que aquests documents reben després d'haver estat publicats. Els indicadors utilitzats es calculen tenint en compte exclusivament els articles, les revisions (*reviews*) i les publicacions en congressos (*proceeding papers* o *conference papers*), tipus de documents que es consideren vehicle de resultats de la recerca.

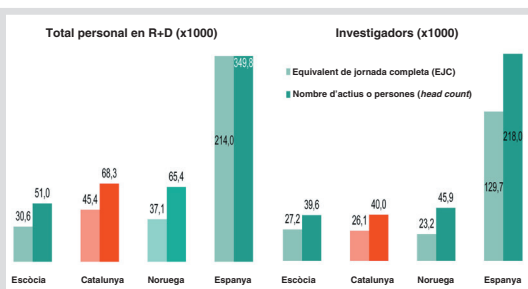
Objectius

1. Analitzar el sistema dins el context de l'Estat espanyol.
2. Comparar la productivitat del sistema català amb la dels sistemes d'altres països en el context d'Europa.
3. Analitzar la internacionalització del sistema català.
4. Analitzar la visibilitat i l'excel·lència de la producció del sistema català.

Activitat

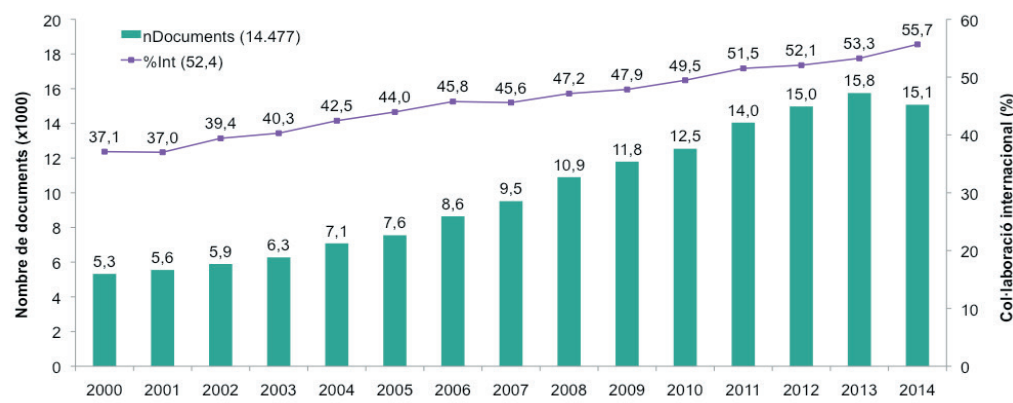
Entre 2000 i 2014 el nombre de documents signats des del sistema català va augmentar d'una manera estable a un ritme de 10.000 documents de mitjana, i es va incrementar un 40% més en l'últim quinquenni (14.000 documents anuals de mitjana). La

Figura 1. Total de personal en R+D i investigadors en nombre d'efectius (*head count*) i EJC (FTE), 2009-2013 (Font: elaboració pròpia).



Font: dades pròpies elaborades a partir de la base de dades National Citation Report (NCR) de Thomson-Reuters.
*Entre parèntesis es mostra la mitjana del període 2010-2014.

Figura 2. Evolució del nombre de documents publicats amb intervenció d'investigadors a Catalunya (nDocuments) i % documents publicats en col·laboració amb investigadors a l'estranger (%Int)



internacionalització del sistema va mostrar la mateixa tendència i va assolir el seu màxim al final del període, quan s'observa que més de la meitat de la producció s'ha publicat en col·laboració amb autors a l'estranger (figura 2).

Dins el context de l'Estat espanyol, Catalunya es va situar en segona posició per nombre de documents, si bé va guanyar la primera posició en detriment de Madrid en aspectes qualitius i d'excel·lència (RCI i RHCP), i també d'internacionalització. En la taula 1 es mostra com entre 2010 i 2014 el nombre de documents de Catalunya va ser un 1% inferior al de Madrid, la qual cosa contrasta amb les diferències que s'observen a favor de Catalunya en l'RCI, HCP, RHCP i %Int: 8%, 48%, 50% i 13%, respectivament.

Pel que fa a la productivitat, l'anàlisi revela que entre 2010 i 2014 el sistema R+D català es va situar en la cinquena posició d'acord amb el nombre de documents produïts per miler d'investigadors dins d'Europa, la qual cosa contrasta amb la vuitena posició que va ocupar si s'analitzen els quinze anys compresos entre 2000 i 2014. Escòcia i Noruega, els dos països amb sistemes comparables en mida al de Catalunya, se situen respectivament en la sisena i la dinovena posició d'aquest rànquing (taula 2).

Visibilitat i excel·lència

Tant la visibilitat com l'excel·lència de les publicacions amb participació d'investigadors a Catalunya es van situar per damunt dels respectius valors de

referència. Així, la mitjana d'RCI es va situar un 10% per damunt de la mitjana mundial durant gairebé tot el període 2000-2014, i un 13% per damunt de l'esmentada referència durant els últims 5 anys d'aquest període (2010-2014). Pel que fa als indicadors d'excel·lència, el sistema va produir anualment 200 HCP de mitjana, si es considera tot el període, i 320 si es consideren els últims 5 anys (2010-2014). L'RHCP de Catalunya es va situar un 50% per damunt de l'1% teòric esperat des de l'any 2003, i un 100% (dobra el valor esperat) el 2010, i va assolir un màxim el 2012. A partir d'aquest any s'observa una davallada fins al final del període.

Fortaleses

En aquesta secció s'analitzen d'una manera combinada el nivell d'activitat en els diferents camps de recerca i la visibilitat que aconsegueixen les publicacions produïdes en cadascun d'aquests camps. Totes dues mesures es relativitzen en les respectives mitjanes mundials de cada camp (RWS i RCI), de manera que s'obté un sistema quantitatiu que classifica cada camp en quatre classes amb diferent rellevància des del punt de vista de la planificació estratègica. Els camps que se situen simultàniament per damunt de les mitjanes mundials es consideren fortaleses del sistema.

Objectiu

L'objectiu és oferir una visió global amb un enfocament estratègic, tot destacant els camps científics i tecnològics que actualment es poden considerar fortaleses del sistema R+D català.

Font: elaboració pròpia a partir del National Citation Report (NCR) de Thomson-Reuters.

Taula 1. Indicadors bibliomètrics de les regions més actives en R+D a l'Estat espanyol i percentatges de canvi (2010-2014)

CA	Documents ¹	RCI ²	HCPs ³	RHCP ⁴	% INT ⁵
Madrid	73.151 (-1%)	1,051 (8%)	1.094 (48%)	1,496 (50%)	46,4 (13%)
Catalunya	72.387 (-)	1,130 (-)	1.623 (-)	2,242 (-)	52,5 (-)
Andalusia	43.845 (65%)	1,031 (10%)	511 (218%)	1,165 (92%)	42,8 (23%)
C. Valenciana	32.156 (125%)	1,084 (4%)	477 (240%)	1,483 (51%)	42,5 (24%)
Galícia	17.154 (322%)	1,045 (8%)	217 (648%)	1,265 (77%)	41,9 (25%)
País Basc	14.802 (389%)	1,053 (7%)	210 (673%)	1,419 (58%)	48,1 (9%)

1. Nombre de documents, és a dir, d'articles, revisions (*reviews*) i publicacions en congressos (*proceeding papers* o *conference papers*). 2. *Relative Citation Rate* (RCI): quocient amb la mitjana mundial de citacions rebudes ajustada per revista, tipus de document i any de publicació. Un RCI d'1,20 indica que el conjunt de publicacions analitzat va tenir una visibilitat un 20% superior a la mitjana mundial. 3. *Highly Cited Papers* (HCP): documents situats en l'1% més citat del món. Aquest indicador s'obté comparant el nombre de citacions rebudes per tots els documents del WOS publicats en la mateixa disciplina i any. 4. *Relative Highly Cited Papers* (RHCP). S'obté dividint el nombre d'HCP entre el total de documents de l'agregat que s'analitza. Un RHCP d'1,20 indica que l'agregat en qüestió va concentrar un 20% més quant a HCP del que s'esperava (1%). 5. Percentatge de documents en col·laboració internacional.

Font: dades pròpies elaborades combinant les dades de l'NCR i les obtingudes d'Eurostat.

Relative World Share (RWS): quocient entre el percentatge de documents que representa una determinada disciplina científica o tecnològica del total de Catalunya, i el percentatge de documents en la mateixa disciplina respecte a la de tot el món. Un RWS d'1,20 indica que la disciplina en qüestió va aglutinar un 20% més de publicacions que la mitjana mundial.

Taula 2. Nombre de documents per miler d'investigadors

Sistema	Rànq tot ¹	Tot pe-riòde ²	Rànq 5 ³	5 anys ⁴
Xipre	5	324	1	465
Suïssa	2	403	2	462
Països Baixos	1	410	3	402
Itàlia	3	347	4	373
Catalunya	8	280	5	355
Escòcia	4	339	6	345
Irlanda	10	266	7	324
Croàcia	15	222	8	319
Eslovènia	6	297	9	316
Bèlgica	7	287	10	312
Gal·les	9	270	11	285
Luxemburg	20	149	12	273
Romania	19	165	13	265
Irlanda del Nord	13	239	14	263
Islàndia	18	171	15	261
Suècia	11	250	16	261
Dinamarca	12	239	17	255
Noruega	17	197	18	242
Espanya	16	197	19	241

1. Rànquing segons la mitjana de documents per miler d'investigadors considerant tot el període analitzat (2000-2014). 2. Mitjana de documents per miler d'investigadors del període 2000-2014. 3. Rànquing segons la mitjana de documents per miler d'investigadors dels últims cinc anys analitzats (2010-2014). 4. Mitjana de documents per miler d'investigadors del període 2010-2014.

Resultats de l'anàlisi

L'anàlisi dels últims 5 anys del període analitzat (2010-2014) mostra que 14 dels 21 camps científics (dos terços) se situen en la zona de forteses del sistema, les quals aglutinen el 90% del total de la producció de Catalunya. El camp que es va situar més a l'extrem del quadrant de forteses és ciències de l'espai (*space science*), mentre que la fortalesa amb un nombre més elevat de documents és la de medicina clínica (*clinical medicine*). Física, neurociències i comportament, biologia i ecologia, immunologia, ciències agropecuàries, matemàtiques, biologia i bioquímica, biologia molecular i genètica, microbiologia i ciències de la informàtica completen la llista de forteses. Farmacologia i toxicologia, i també química, es troben parcialment dins el quadrant de forteses. Ciències dels materials es posiciona com una oportunitat que, si incrementés la producció, esdevindria una altra fortalesa. La gran àrea que inclou les enginyeries i les ciències socials, en canvi, esdevindria fortalesa si incrementés la visibilitat (figura 3).

Patents

Tot seguit s'analiza la capacitat innovadora de Catalunya, i no pas del sistema R+D en particular, mitjançant el nombre total de sol·licituds de patents i el nombre sol·licituds de patents en camps «d'alta tecnologia», tot usant com a font les dades enregistrades a l'Oficina Europea de Patents (EPO).

Objectius

1. Comparar la capacitat innovadora de Catalunya amb la d'altres regions i països.
2. Quantificar les diferències observades.

Resultats de l'anàlisi

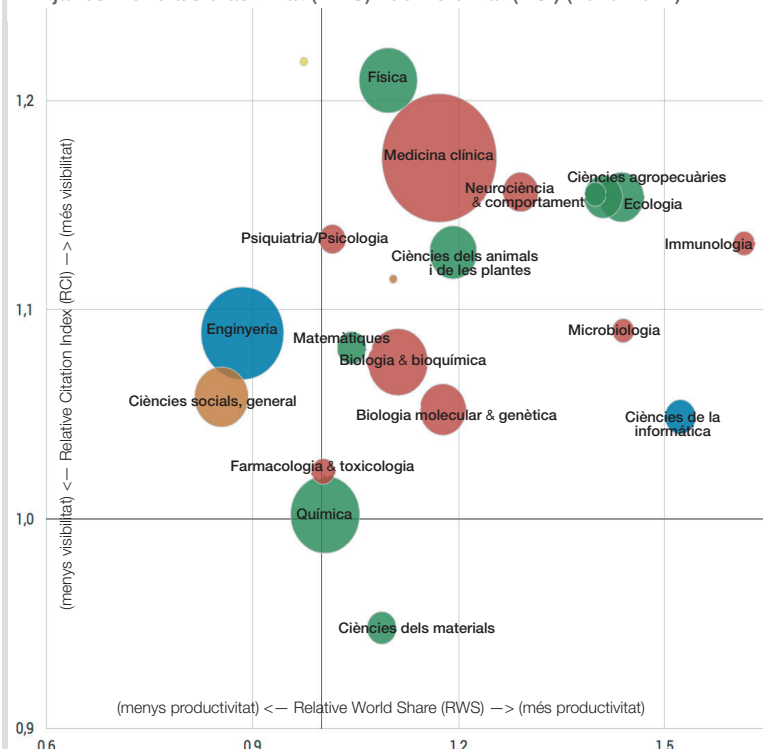
La capacitat innovadora de Catalunya és comparable ($\pm 5\%$) a la de regions com Londres i Hannover, o a la de Noruega, si es té en compte la mitjana anual de patents sol·licitades entre 2008 i 2012. Per contra, si s'analiza la mitjana de patents sol·licitades en camps d'alta tecnologia, Catalunya i Noruega, que continuen presentant volums comparables, estan per darrere de Hannover i Londres (figura 4).

L'anàlisi del nombre de sol·licituds per milió de població activa permet d'observar que la capacitat innovadora de Hannover gairebé quadruplica la de Catalunya. Pel que fa a Londres, Catalunya iguala la mitjana de sol·licituds en totes les categories, per bé que enregistra poc menys de la meitat de sol·licituds de patents en alta tecnologia. En comparació amb Noruega, Catalunya iguala la mitjana de sol·licituds en alta tecnologia i presenta un 50% menys de sol·licituds en totes les categories (figura 5).

Discussió

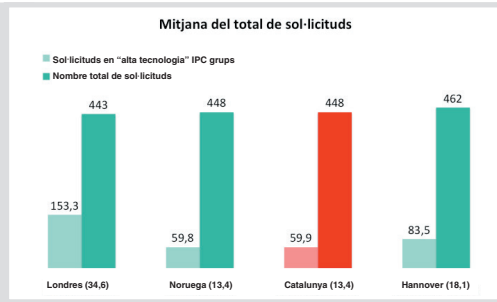
La mida del sistema R+D català és comparable a la dels sistemes de països molt actius, com Escòcia i Noruega. L'anàlisi mostra com, tant si es compara el total del personal implicat en tasques d'R+D com el subconjunt d'investigadors, Catalunya té una massa d'actius equivalent a la d'Escòcia i Noruega, dos països que es troben entre els 20 més productius d'Europa.

Figura 3. Posició dels camps de recerca de Catalunya respecte a les mitjanes mundials d'activitat (RWS) i de visibilitat (RCI) (2010-2014)



Font: producció pròpia a partir de la base de dades NCR i del WOS. Les mitjanes mundials corresponen a les línies negres perpendiculars que divideixen el pla en quadrants. Els colors dels camps indiquen l'àmbit en què s'emmarquen: biomedicina, vermell; ciències naturals, verd; enginyeria i tecnologia, blau; ciències socials, groc. La producció en art i humanitats s'ha exclòs de l'anàlisi, atès que la bibliometria no es pot aplicar en aquest camp.

Figura 4. Mitjana de sol·licituds de patents -total- i en «alta tecnologia» enregistrades a l'EPO entre 2008 i 2013. (Font: Patent applications to the EPO by priority year by NUTS 3 regions).



L'augment constant i estable de la producció va anar paral·lel amb la internacionalització del sistema català. El sistema va augmentar la seva producció mitjana un 40% entre 2010 i 2014, 14.000 documents anuals, dels quals més de la meitat es van publicar en col·laboració amb investigadors a l'estranger.

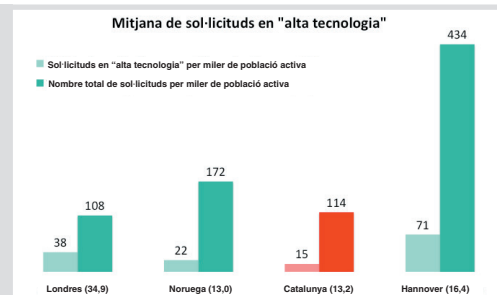
Catalunya és un dels pols de recerca de l'Estat espanyol. Amb només un 1% menys de documents que Madrid (diferència irrellevant en termes estadístics), la producció catalana destaca amb un 8%, 50% i 13% més de visibilitat, excel·lència i internacionalització. La resta de sistemes R+D de l'Estat espanyol se situen a una distància considerable de Catalunya en tots els paràmetres bibliomètrics: producció (nombre de documents), visibilitat (RCI), excel·lència (HCP i RHCP) i cooperació internacional (%Int).

El sistema R+D de Catalunya va mostrar una elevada productivitat i es va situar per davant de sistemes com el d'Escòcia i el de Noruega. La productivitat en termes de nombre de publicacions per miler d'investigadors va situar Catalunya en cinquena posició en el context europeu.

La producció científica i tecnològica del sistema català va aconseguir nivells de visibilitat i d'excel·lència superiors a les mitjanes mundials. L'RCI, indicador de visibilitat, es va situar un 10% per damunt de la mitjana mundial entre 2000 i 2014, i un 13% durant l'últim quinquenni. Pel que fa als documents en el top 1% més citat al món, Catalunya en va produir 320 de mitjana anual l'últim quinquenni, i va assolir el màxim del 2,5% (dues vegades i mitja el valor esperat), el 2012.

14 de 21 camps de recerca es poden considerar forteses del sistema R+D català. Dos terços del total de camps analitzats van concentrar simultàniament més activitat i visibilitat que les mitjanes mundials respectives, per la qual cosa es van considerar

Figura 5. Mitjana de sol·licituds de patents (totes les categories) i en camps «d'alta tecnologia» enregistrades a l'EPO entre 2008 i 2013. (Font: High-tech patent applications to the EPO by priority year by NUTS 3 regions).



com a àrees de recerca amb fortalesa del sistema. Val a dir que la producció d'aquests camps va representar en conjunt el 90% del total de Catalunya entre 2000 i 2014.

La capacitat innovadora de Catalunya presenta limitacions respecte d'altres sistemes dins d'Europa. Tot i que la innovació no és responsabilitat exclusiva del sistema R+D, s'ha inclòs en l'anàlisi amb l'objectiu de complementar la visió que ofereix aquest informe. Els resultats obtinguts mostren febleses respecte a sistemes comparables, com els de Londres, Hannover o Noruega, quan s'analitzen les sol·licituds de patents en camps d'alta tecnologia. Resultats semblants s'observen quan es normalitza el nombre de sol·licituds per milió de població activa.

Conclusions

1. El sistema R+D català té una mida equivalent a la d'Escòcia i Noruega, dos països que es troben entre els 20 més productius d'Europa, si bé caldrà mantenir una actitud vigilant davant l'evolució del nombre d'investigadors del sistema.
2. El sistema R+D català continua en un procés d'expansió, augmentant d'una manera estable la seva producció i internacionalització, amb un 40% més de documents en l'últim quinquenni i més de la meitat en col·laboració amb investigadors a l'estranger.
3. Catalunya és, juntament amb Madrid, un dels pols de recerca de l'Estat, amb indicadors que el situen a una considerable distància de la resta del sistema pel que fa a producció, visibilitat, excel·lència i internacionalització.
4. El sistema R+D català va presentar una elevada productivitat en termes de publicacions per miler d'investigadors, que el va situar en cinquena posició en el context europeu, per davant de dos sistemes similars com són el d'Escòcia i el de Noruega.
5. La visibilitat i excel·lència de les publicacions amb intervenció d'investigadors del sistema català es va situar per damunt de la mitjana mundial durant els 15 anys analitzats. Tant l'indicador de visibilitat (RCI) com el d'excel·lència (RHCP) van assolir els seus màxims al voltant del 2012: l'RCI un 13% per damunt de la mitjana mundial i l'RHCP 2,5 vegades el valor esperat.
6. Dos terços dels camps de recerca analitzats representen forteses del sistema R+D català: ciències de l'espai, medicina clínica, física, neurociències i comportament, biologia i ecologia, immunologia, ciències agropecuàries, matemàtiques, biologia i bioquímica, biologia molecular i genètica, microbiologia i ciències de la informàtica. En termes de producció aquests camps aglutinen el 90% de la producció de Catalunya entre el 2000 i el 2014.
7. La capacitat innovadora de Catalunya mostra febleses si s'analitza des de la perspectiva del nombre de sol·licituds de patents per milió de població activa i en camps d'alta tecnologia.