

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
NATURA, ÚS O ABÚS? (2018-2019)

Recerca: una reflexió sobre el que fou, és i podria ser

JORDI CATALAN

© 2019, Institut d'Estudis Catalans
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

© Dels autors dels articles

Article rebut el novembre de 2018

Text revisat lingüísticament per Roser Carol i Àlvar Valls

ISBN: 978-84-9965-457-7

DOI: 10.2436/15.0110.22.30

Recerca: una reflexió sobre el que fou, és i podria ser

Jordi Catalan

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)

Article rebut el novembre de 2018

Sumari

1. INTRODUCCIÓ
 2. BREU MIRADA AL PASSAT
 3. UNA DIAGNOSI DE LA SITUACIÓ ACTUAL
 4. EL CANVI GLOBAL COM A AGLUTINADOR DE LA RECERCA AMBIENTAL
 5. LIDERATGE I ESTRUCTURA OPERATIVA
 6. SERVEIS EN L'ÀMBIT DE LA RECERCA
 7. OBSERVATORIS A LLARG TERMINI
 8. LA RECERCA I LES SEVES APLICACIONS
 9. PROPOSTES
- BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCIÓ

A les darreres dècades gairebé tot allò relacionat amb l'activitat humana ha experimentat un canvi exponencial, i així també ha succeït amb la recerca. Els descobriments científics s'han multiplicat d'una manera vertiginosa, provocant una ampliació del coneixement col·lectiu que es fa imponderable per a l'individu. La societat del coneixement inevitablement s'aixeca sobre una extraordinària ignorància relativa de cadascun dels individus. La definició d'expert acaba reduint-se a un àmbit d'especialització tan elevat que probablement perd el sentit funcional. Per tant, la norma és la interdependència i la feina en col·laboració. Definir àmbits de recerca clarament diferenciats és intel·lectualment estèril, encara que potser necessari a efectes organitzatius. A les universitats, als òrgans de gestió, a les editorials científiques i en altres estructures relacionades amb la recerca els cal mantenir uns catàlegs d'àrees de coneixement. No cal, però, donar-hi massa voltes a com fer-ho. La realitat porta a camins cada vegada més entrecruats en què el progrés en un camp molt sovint s'esdevé gràcies a descobriments en altres camps prou allunyats. La facilitat tecnològica per a emmagatzemar informació i transmetre-la ha provocat que el fet més rellevant en la promoció i gestió de la recerca en un determinat territori sigui desenvolupar un teixit que s'integri d'una manera eficient en la xarxa internacional, però sense ser-ne malaltissament dependent pel que fa a recursos i creativitat.

Naturalment, l'anastomosi multidisciplinària és present també en l'estudi de la natura i l'entorn. La diferenciació d'un medi físic natural per contraposició a un de cultural té poc sentit. Mentre que fa poques dècades es lluitava per conservar determinats paratges, espècies o activitats tradicionals, avui ens hem adonat que l'onada del canvi induït per la humanitat sobrepasa qualsevol dimensió territorial. No val la pena de programar curosament una regió petita, si pot ésser contínuament desestabilitzada per la influència de contrades veïnes, deia Margalef en el Llibre Blanc del 1976. Aquest plantejament ha pres una volada llavors potser ni per ell imaginada. El canvi global és un fet i ja no és possible una visió exclusivament regional de cap indret del planeta. L'antic divorci entre naturalistes —més centrats a descriure la diversitat de la natura i conservar-la— i científics del que en podríem dir la higiene ambiental —més preocupats per la contaminació i per la gestió de recursos— s'ha vist superat. Actualment, les qüestions ecològiques i ambientals percolen per tots els àmbits socials i, en conseqüència, també pels àmbits científics. No existeix el medi natural, si més no, com abans se l'entenia. El

desenvolupament ens ha portat a un conspicu aiguabarreig entre societat i natura. Pel camí de l'abús s'està fent palesa la nostra dependència dels sistemes naturals. Fins i tot s'ha demostrat un lligam entre salut i proximitat de l'individu en un context aparentment més natural, la ciutat verda. En una creixent importància de les ciutats en la manera de viure i organitzar-se de la humanitat, l'establiment de ponts i col·laboracions entre ciències econòmiques, socials, de la salut, ambientals i de la natura és una necessitat.

2. BREU MIRADA AL PASSAT

D'on venim? La recerca té el seu espai natural en l'àmbit internacional. L'avaluació i valoració del que es fa requereix d'un elevat grau de coneixement especialitzat i consens entre experts, els quals només es poden trobar d'una manera adequada en aquest marc de referència. Quan es va elaborar l'anterior Llibre Blanc als anys setanta, en recerca érem quasi en la foscor absoluta. Per veure com això ha canviat, podríem fer servir indicadors molt diversos i tots ens portarien a una diagnosi semblant. Considerem per al cas les citacions en revistes internacionals de treballs d'investigadors amb seu a Catalunya (figura 1).

Als anys setanta i vuitanta, la influència internacional era molt baixa. La recerca era sobretot assumpte de consum intern. Els instituts i departaments universitaris aspiraven a fer les seves pròpies revistes: *Investigaciones Pesqueras*, *Collectanea Botanica*, *Acta Geologica Hispanica*, *Oecologia Aquatica*, *Orsis*, *Treballs del Museu de Zoologia*, són algunes de les que recollien en aquell moment bona part de la producció científica catalana en ciències naturals. En les seves pàgines encara hi havia la percepció que la nostra societat estava immersa en un món natural en el qual només influïem localment.

D'altra banda, sense els mitjans de ràpida disseminació dels articles que actualment existeixen, les monografies i els llibres estaven ben valorats i constituïen la base de la formació i l'alta divulgació del coneixement. La mirada cap endins també es reflectia en aspectes col·laterals. Per exemple, en l'ús majoritari del català en algunes revistes, que també tenia una vessant reivindicativa i d'afirmació cultural pròpia del moment. Molt pocs investigadors van realment transcendir en l'àmbit internacional. L'existència de Ramon Margalef —un referent en l'àmbit de l'ecologia, la limnologia i l'oceanografia internacionals— i algunes altres excepcions notables de vegades ha desdibuixat la penúria general.

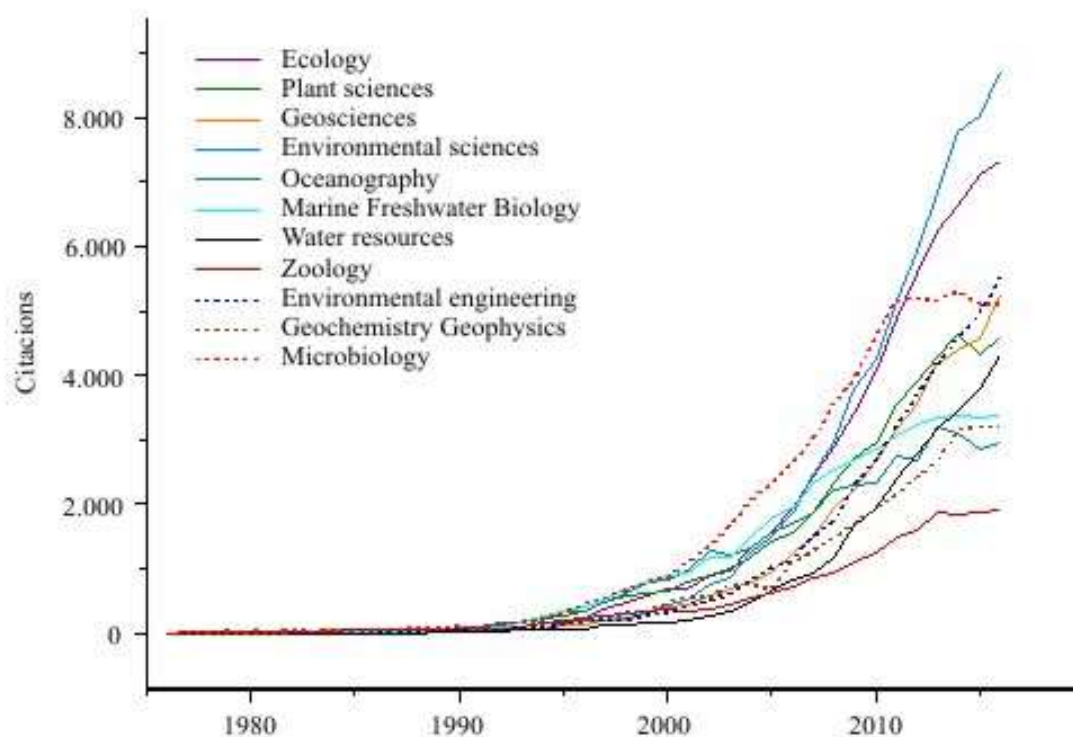


FIGURA 1. Citacions de publicacions en les quals participen investigadors amb seu en institucions i centres de Catalunya. Són agrupades per àmbits afins a la recerca ambiental segons la base de dades de Web of Science. S'ha mantingut la denominació dels àmbits en anglès per evitar ambigüitats de traducció. Font: Elaboració pròpia.

Això no vol pas dir que no es fes bona feina, particularment en aquells aspectes del coneixement més lligats al territori, per exemple en la descripció de la vegetació, la fauna i la geologia del país. En molts àmbits existia un coneixement metodològic suficient. L'esforç personal mirava de compensar les clares mancances en recursos del sistema i la poca valoració social, per desconeixuda, de la investigació científica. Tot i així, de finals dels anys seixanta fins a l'inici dels vuitanta es va desenvolupar una massa crítica d'investigadors joves que van començar a omplir departaments universitaris i instituts de recerca. Amb entusiasme, van explorar els sistemes naturals del país d'una manera més sistemàtica, en bona part esperonats per aquells pocs referents, abans esmentats, que venien dels anys durs de la dictadura. Aquest nucli d'investigadors joves van alimentar algunes iniciatives d'un impacte elevat en la comunitat universitària i també en els sectors directament implicats amb el medi natural a Catalunya. El mateix Llibre Blanc i obres com la *Història natural dels Països Catalans* i la *Biosfera* van ser una referència en la qual la següent cohort científica, la dels anys vuitanta i primers noranta, es va apuntalar

per iniciar el salt cap l'àmbit internacional. Un increment en les beques per cursar estudis de doctorat, els incentius per a fer estades en centres de l'estranger i l'augment de la facilitat per assistir a congressos internacionals van afavorir que a poc a poc la recerca del país, com a conjunt, anés traient el cap a l'exterior.

A mitjan anys noranta i fins a finals de segle XX, les disciplines que van tenir més incidència internacional foren les relacionades amb el medi aquàtic (per ex., l'oceanografia, la biologia marina o la limnologia), potser a causa del llegat de Margalef, o potser també per la pròpia naturalesa de les investigacions. Tal vegada hi va ajudar el caire internacional de les campanyes oceanogràfiques o l'existència de societats internacionals que facilitaven la participació en els seus congressos de països científicament poc desenvolupats (per ex., la Societat Internacional de Limnologia va celebrar el seu congrés a Barcelona el 1992). Progressivament, totes les disciplines es van obrir a publicar sistemàticament en l'àmbit internacional.

Amb el canvi de segle es va produir un punt d'inflexió i les referències a investigacions fetes a Catalunya va créixer exponencialment en la literatura científica internacional. L'aparició de programes de recerca europeus amb una participació progressiva de grups catalans van propiciar un augment significatiu dels recursos disponibles. Paradoxalment, els projectes internacionals van permetre incrementar la col·laboració entre grups del propi país pertanyents a disciplines molt diverses: biologia d'organismes, ecologia, microbiologia, química ambiental, ciències de la Terra, meteorologia i altres habitualment amb poca interacció en projectes nacionals. A la darrera dècada, les disciplines amb una visió de sistema com l'ecologia i les ciències ambientals han mostrat un clar increment relatiu, probablement lligat a la creixent consciència del canvi global que s'està generant. D'ençà de la crisi econòmica del 2008, en algunes disciplines el creixement s'ha aturat. Si tenim en compte el decalatge existent entre la producció científica i la seva projecció en citacions per altres investigadors, és probable que les conseqüències de la davallada estatal en el finançament de la recerca en els darrers deu anys encara no s'hagi manifestat plenament.

3. UNA DIAGNOSI DE LA SITUACIÓ ACTUAL

Fer recerca és ampliar el coneixement conjunt més enllà dels seus límits i, per tant, el camí és terra incògnita per definició. El sistema de recerca d'un país ha d'assumir

aquesta incertesa mirant de fer compatibles la iniciativa personal, base de la creativitat, amb la plusvàlua del grup, que dona viabilitat als projectes i a les actuacions. En l'actualitat, el sistema de recerca català, en el seu conjunt, està en una situació de resistència. L'Observatori de la Recerca de l'IEC (<http://observatori.iec.cat/>) recull dades i informes de recursos i publicacions sobretot a partir de l'any 2000, que permeten fer-se una imatge general de la situació. Aquí destacarem uns aspectes que ens semblen essencials per a entendre la situació actual i que no queden explícits en les estadístiques.

El creixement de finals dels anys noranta i la primeria de segle XXI va generar un capital humà i unes infraestructures de recerca que a la darrera dècada han servit per a esmorteir, si més no en aparença, els efectes de la retallada del finançament vinculada a la crisi econòmica i les decisions polítiques per fer-hi front. Hi ha, però, un seguit d'hipoteques que s'han d'afrontar en un futur immediat. Primer, la del capital humà. La plantilla d'investigadors dels departaments universitaris i centres de recerca s'ha envellit d'una manera alarmant. La inversió efectuada fa unes dècades en formació i estades internacionals dels investigadors no s'està recuperant com seria desitjable. Els joves amb inquietuds científiques tenen assumit que potser s'hauran d'establir i desenvolupar la seva carrera en un altre país. Hem passat d'una mobilitat formativa a una mobilitat de subsistència. Naturalment, la situació no incentiva que nous graduats es plantegin la recerca com una sortida professional, ni tampoc que investigadors d'altres països vulguin establir-se aquí. Paradoxalment, l'estat de la Unió Europea que rep més estudiants del programa ERASMUS, fet que demostra l'atractiu del país, després no té una demanda semblant per a fer-hi el doctorat o la carrera investigadora.

Segon, la infraestructura de recerca corre perill d'esdevenir obsoleta. En bona mesura els grups de recerca mantenen la seva activitat mercès a la infraestructura aconseguida en el passat; poques novetats i renovacions hi ha en els laboratoris. Això suposa un progressiu deteriorament i una limitació creixent. Plantejar-se noves edificacions o grans instal·lacions es veu com una aventura temerària. És alarmant com els pressupostos de despesa en R+D+I de l'Estat no segueixen les tendències de països del l'entorn o de més projecció econòmica (figura 2a). Al baix percentatge d'inversió respecte del producte interior brut, cal afegir-hi una davallada continuada en l'execució del pressupost previst, que l'any 2016 va assolir una xifra per sota del 30 % (figura 2b). Les conseqüències d'aquesta desídia són difícils de valorar, però de ben segur condicionaran la propera dècada.

Tercer, els centres de recerca pateixen els mals endèmics de les institucions de les quals depenen. Els centres catalans on es fa recerca en ciències de la natura s'aglutinen sobretot en tres àmbits: les universitats, el CSIC i el CERCA. El desenvolupament i la casuística d'aquests tres conjunts ha estat molt diferent, però en general comparteixen un cert relat de frustració. No han pogut resoldre de manera satisfactòria problemes crònics, reconeguts des de fa molt de temps.

A la universitat, els primers estatuts universitaris en època democràtica ja contemplaven fer compatibles la tasca docent i la investigadora. Aquest objectiu encara no s'ha aconseguit adequadament. Les urgències pròpies de l'activitat formativa i la seva més fàcil comprensió pels diversos actors socials han anat ajornant el fet primordial de tenir una bona organització de la recerca universitària. Més enllà de les dificultats financeres cròniques, la universitat pateix d'una mala definició dels llocs de treball i de la distribució de tasques i responsabilitats. Aquesta situació, en lloc de corregir-se, s'ha anat fent més precària amb els anys. D'altra banda, el CSIC pateix una dependència creixent de l'Administració general de l'estat i l'aplicació de normatives pensades per al control de la gestió administrativa i no pas per a l'estímul de la recerca. Reflexions i planificacions internes, prou raonables per a resoldre mancances històriques, no han pogut evitar una creixent burocratització i esclerosi. Finalment, el CERCA és una col·lecció de casos particulars. La xarxa de centres de recerca de la Generalitat s'ha anat configurant a partir d'iniciatives individuals resoltes *ad hoc*, amb més o menys encert. L'any 2010, els centres es van aglutinar en una fundació per tal de respondre a les necessitats específiques i singulars que representa el desenvolupament, el seguiment i el finançament estructural de la recerca. La seva virtut és l'agilitat administrativa, de la qual malauradament no se n'ha pogut treure el millor profit en un context de forta crisi econòmica i de creixent inestabilitat política. Malgrat tot, en el conjunt del sistema català de recerca s'ha mantingut un afany d'excel·lència que probablement faria viable una ràpida i eficient transformació si aparegués una clara aposta política i s'hi destinessin els recursos necessaris.

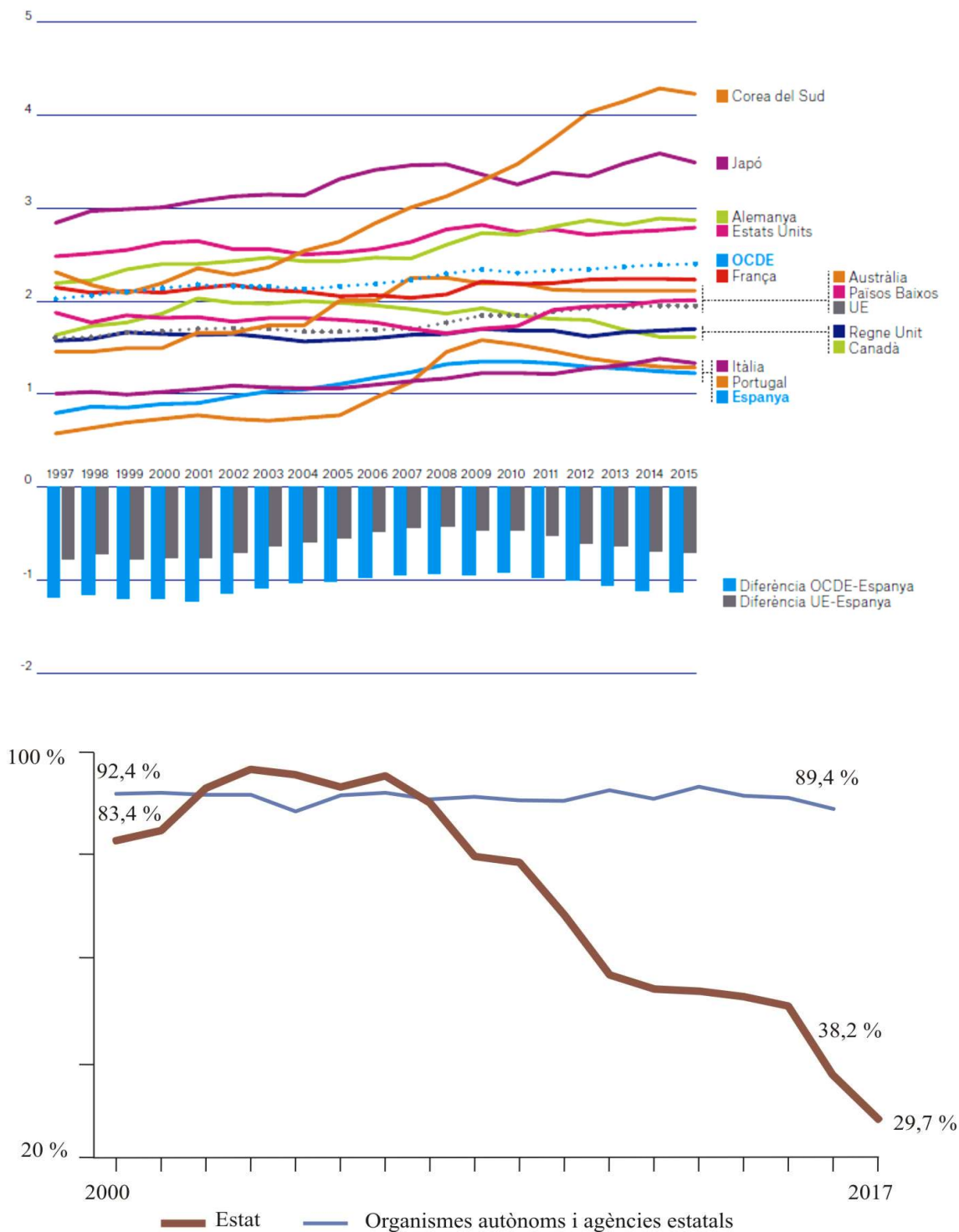


FIGURA 2. Evolució de la despesa en R+D a l'Estat espanyol sobre el producte interior brut en comparació amb altres països (a) i de l'execució pressupostària del Govern de l'Estat i les comunitat autònomes (b). El primer gràfic pertany a l'informe *Recerca i innovació: què ens hi juguem?*, Observatori Social de La Caixa, dossier 03, 2017, 48 p., i el segon, a l'Informe COTEC 2018.

4. EL CANVI GLOBAL COM A AGLUTINADOR DE LA RECERCA AMBIENTAL

La recerca en temes ambientals i de la natura pateix la manca d'una clara definició en l'entorn social que la identifiqui i la justifiqui fora dels cercles acadèmics. Durant la dècada dels noranta, amb la internacionalització de les fonts de finançament de la recerca, es va fer palesa la necessitat d'apostar per sectors en els quals el país pogués sobresortir. Per exemple, la biomedicina va aglutinar i justificar la recerca en biologia molecular i cel·lular, es fes o no en humans. Paradoxalment, malgrat que «Brussel·les» identificava «Barcelona» com un dels pols europeus de recerca en temes ambientals per la quantitat de projectes en què hi havia grups implicats, això no va derivar en un reconeixement intern prou explícit d'aquesta capacitat que acabés articulant el sector, la xarxa d'interaccions i la projecció pública. Els substrat hi continua sent. Així com el sector de la biomedicina s'ha consolidat clarament, faria falta un equivalent que englobés, ras i curt, tot el conjunt de disciplines relacionades amb l'estudi de la natura i l'ambient. En aquest sentit, una definició de la missió d'una àrea de la recerca és fonamental per a la comprensió social de la inversió de recursos que s'hi faci. Naturalment, la millora de la salut humana requereix poques explicacions per part de la biomedicina. En la situació actual, el canvi global hauria de ser l'aglutinador de la recerca ambiental.

El canvi global, com un fenomen multifactorial en el qual el canvi climàtic només és un component, facilitaria la consolidació i l'enfortiment de la xarxa de centres i grups d'investigació dispersos pel país. El terme «recerca ambiental» podria ser acceptat per totes les àrees de coneixement històriques que potser veuen més difícil adherir-se a una en particular. La visió de la importància del canvi global i la seva projecció regional és present en sectors de l'Administració, però encara ha percolat poc en el conjunt de la societat el reconeixement de la magnitud del problema. No hi ha prou comprensió dels beneficis que pot aportar a la prosperitat de la nostra societat el fet d'entendre els processos ambientals i actuar d'acord amb aquest coneixement. El repte immediat més important per a la humanitat és com organitzar una societat que faci compatible el benestar d'una població molt elevada, amb un ús individual de recursos sense precedents, amb el manteniment del sistema del planeta dintre d'uns límits que no portin a una situació absolutament incerta. El foment de la recerca ambiental no solament s'ha de fer d'acord amb les necessitats locals, sinó amb visió global.

Si analitzem els treballs de recerca de temàtica ambiental que s'han fet des de Catalunya i han tingut més repercussió internacional, hi trobem de tot: respostes

fenològiques al canvi climàtic, mecanismes subjacents en la invasió per espècies exòtiques, desenvolupament de biomarcadors indicadors de contaminació, processos d'oxidació en la degradació de fenols, partícules en l'atmosfera de les ciutats, millores per l'establiment de filogènies, nous procediments estadístics per entendre el creixement de les poblacions, mesura de la humitat des de l'espai, procediments per detectar deformacions del terreny, evolució del mantell litosfèric, control biofísic dels fluxos de carboni per les xarxes fluvials, síntesi de zeolites a partir de cendres, problemes inversos en hidrogeologia, vegetació aquàtica i règim de nutrients, el coral·ligen mediterrani, els primers humans d'Europa, la diversitat microbiana marina, el clima i la dinàmica de malalties infeccioses, noves varietats de cereals, la història dels boscos de faig en el quaternari, molècules reguladores de l'estrès abiòtic en plantes, distribució i degradació de productes farmacèutics en aigües residuals, fragmentació d'hàbitats i extinció d'espècies, disruptors endocrins en organismes aquàtics...

Podríem continuar amb una llarga miscel·lània de temes. Aquesta diversitat reflecteix la capacitat i el potencial dels investigadors de l'àmbit i indica un sistema prou madur per a contribuir pràcticament a qualsevol qüestió amb un impacte internacional prou elevat. Per tant, no cal guiar la temàtica de la recerca, només cal acompanyar i permetre que el talent existent tingui oportunitats de desenvolupar-se. Tot i així, si cal tenir en compte un marc més ampli de R+D+I, sembla més eficient definir algunes missions rellevants socialment, ambicioses però realistes, acotades temporalment i de les quals es pugui mesurar el rendiment, i que permetin involucrar diferents disciplines i sectors de la recerca, el desenvolupament i la innovació. De moment, Catalunya no té convocatòries competitives pròpies per a finançar projectes de recerca amb recursos públics. Els grups de recerca ambiental es nodreixen fonamentalment dels programes del Govern espanyol, dels de la Unió Europea i, de manera molt més reduïda, de fonts d'organismes i fundacions relacionades amb la conservació de la natura. El finançament no orientat a grups de recerca reconeguts per la Generalitat és un complement que facilita el manteniment de la dinàmica d'obtenció de recursos d'aquestes fonts. En el supòsit que l'Administració catalana es fes càrrec d'una manera exclusiva del finançament de la recerca estatal, caldria vetllar perquè no es produís una caiguda del finançament en recerca ambiental, atès que l'èxit relatiu de les propostes des de Catalunya dins els programes espanyols és elevada.

5. LIDERATGE I ESTRUCTURA OPERATIVA

En els sistemes de recerca d'arreu, la mínima unitat funcional és la que es configura al voltant de la figura de l'investigador sènior. Aquest el podem definir d'una manera laxa com aquell que té capacitat i atribucions administratives per encapçalar sol·licituds de recerca. En el nostre entorn, aquesta facultat va associada normalment a posicions permanents; però no cal que sigui així. Una de les ineficiències del sistema, com ja s'ha indicat anteriorment, i que ha anat empitjorant amb els anys, és que a aquesta posició s'hi arriba molt tard, massa tard. La política d'incorporació d'investigadors postdoctorals és clarament deficient i és una de les principals mancances del sistema de recerca; així com la promoció d'aquests cap a responsabilitats de lideratge.

Al voltant de l'investigador sènior es configura el grup funcional de recerca i es construeix la xarxa de col·laboracions. Es poden formar grups d'investigadors amb objectius comuns que col·laborin regularment o xarxes que ocasionalment comparteixen projectes. El teixit que s'estableix molt sovint transcendeix l'estructura dels centres. Aquesta realitat ha estat reconeguda, per exemple, en la conformació de grups de recerca per part de la Generalitat, que permet que un grup estigui format per investigadors de diversos centres i institucions. Tot i així, encara hi ha poca flexibilitat en el moviment de recursos i de personal entre centres. Seria un aspecte a facilitar, particularment pel que fa a la relació entre els tres grans conjunts administratius (universitats, CSIC i CERCA). L'organització basada en grups de recerca realment funcionals té avantatges clars. Un dels principals és l'agilitat, el temps de resposta curt per a fer i desfer. En un món extraordinàriament dinàmic com l'actual, el centres de recerca sovint pateixen inèrcies històriques en la distribució d'espais i recursos. Donar més protagonisme organitzatiu als grups de recerca podria millorar molt la funcionalitat. De cara a aglutinar investigadors sèniors, postdoctorals i en formació, una estructura en grups funcionals de recerca permetria assignar-hi tècnics de suport a la recerca.

El nostre sistema de recerca té una forta mancança de tècnics especialitzats respecte dels països capdavaners. No parlem només de tècnics de suport, sinó també de tècnics altament qualificats. La recerca és un sector d'activitat econòmica, malgrat que històricament s'ha tractat com a part d'una carrera acadèmica per gent vocacional. Actualment, dedicar-se professionalment a la recerca comporta un caràcter competitiu que no té sentit per a tothom. Quan s'acaba l'etapa de formació amb el doctorat, hi ha una dicotomia molt clara: o es busquen sortides en un altre sector o s'entra en la cursa. Aquest

mecanisme és totalment ineficient, perquè expulsa del sistema excel·lents professionals. Això és fa particularment palès en la recerca ambiental, ple de tasques tècniques en què adquirir l'expertesa requereix força temps. Aquestes places tècniques es podrien cobrir amb doctors que no volen entrar en la carrera competitiva, però que tenen una capacitat excel·lent. Hi ha múltiples oportunitats pel que fa a treball de camp especialitzat, coneixement taxonòmic, tècniques analítiques i tècniques numèriques. Actualment, la necessitat d'aquest suport es cobreix sovint d'una manera precària en forma de contractes de curta durada lligats a projectes, sense el reconeixement estructural que requereixen i, de vegades, estimulants falses expectatives en els implicats. Tal com s'han desenvolupat programes d'incorporació d'investigadors (per ex., ICREA) i de consolidació de grups, seria fonamental la creació d'un programa d'incorporació de tècnics altament qualificats. El més efectiu seria associar-los als grups de recerca aprofitant la flexibilitat en la seva conformació. Històricament, hi va haver un intent per part de la CIRIT, que es va veure estroncat molt aviat per dificultats diverses alienes a la seva pròpia funció. No n'hi ha prou de trobar incentius inicials, cal crear un marc d'oportunitat a llarg termini. De fet, hauria d'acabar havent-hi més tècnics superiors que investigadors sènior, i estem molt lluny d'aquesta situació. Malauradament, la tendència ha estat la contrària des de fa dècades i hi haurà feina a revertir-la (figura 3).

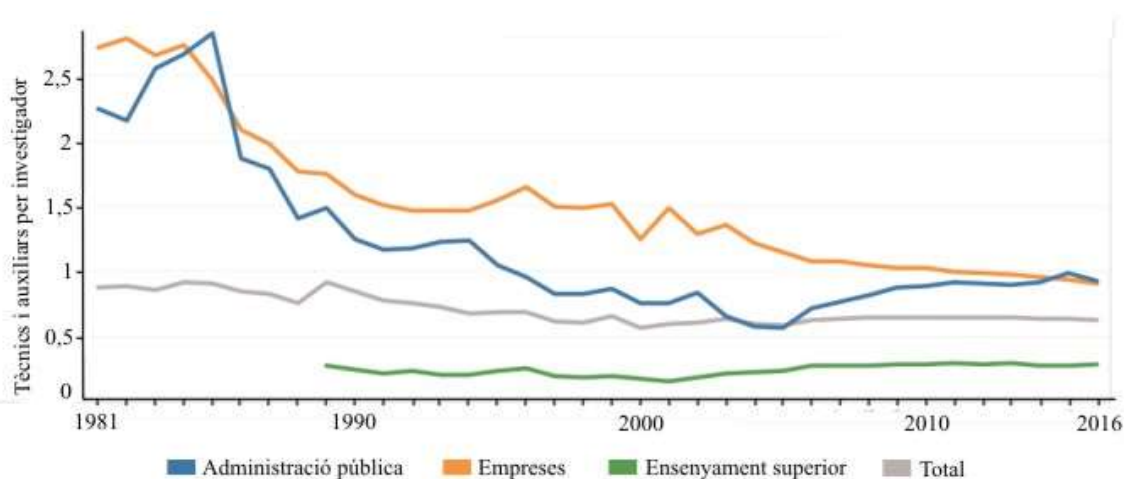


FIGURA 3. Evolució del personal tècnic de R+D per investigador a l'Estat espanyol.

Font: Informe COTEC 2018.

6. SERVEIS EN L'ÀMBIT DE LA RECERCA

Els grups de recerca relativament petits són la font de creativitat en la recerca, però poden ser molt ineficients en l'ús de recursos. Per tant, paral·lelament a la seva promoció, és fonamental anar cap un increment de serveis a la recerca. No solament serveis d'ampli abast territorial o per institucions, sinó també pel que fa als centres. En el camp de la recerca ambiental, aquests serveis poden tenir un caràcter molt divers. Els serveis analítics són els més comuns i ja són presents en molts centres i institucions. Els usuaris són els qui millor dictaminen l'adequació dels serveis; només cal veure l'ús que se'n fa. Com en tantes coses, caldria fomentar aquells que millor responen a la demanda. En biociències, les tècniques moleculars s'han establert com a eines indispensables i la demanda anirà creixent. Els investigadors fan força ús de serveis internacionals, però fomentar un entorn de serveis proper i de qualitat facilitaria la innovació metodològica. Aquí també hi ha una oportunitat per a iniciatives privades que es podrien fomentar perquè arrenqués. Les tècniques de biologia molecular no són les úniques. Serveis d'anàlisi d'isòtops estables, teledetecció, compostos orgànics, simulacions numèriques, entre molts altres, hi tenen cabuda. Alguns d'aquests serveis podrien associar-se a institucions amb missions específiques; per exemple, serveis de taxonomia associats a museus. Al capdavall, aquests serveis han d'avaluar-se per la qualitat i el temps de resposta. La formació de serveis també comporta un càlcul més adequat del cost, que podria recollir-se millor en les sol·licituds i justificacions econòmiques de projectes i així ajustar millor els costos reals.

L'ús de dades massives és una altra realitat en expansió en la recerca ambiental. La tendència creixerà exponencialment. Els programes de recerca i les revistes científiques tendeixen a incloure la demanda de fer disponibles les dades que es generen en els projectes i que van associades a les publicacions. Dades de sensors, dades de tècniques moleculars aplicades a comunitats naturals, grans bases de dades internacionals, compilació i reutilització de dades obtingudes per a altres finalitats de recerca seran fonts ingents d'informació que encara només un nombre limitat d'investigadors està capacitats per a utilitzar. Actualment, el maquinari disponible per a gestionar i analitzar tota aquesta informació probablement no s'utilitza d'una manera òptima. Caldria un programa de formació d'investigadors clarament encaminat a aquesta necessitat. Cal preveure que els clústers de computació seran més necessaris, sia en els centres de recerca o bé lligats a instal·lacions que ofereixin un servei més ampli a la comunitat científica.

7. OBSERVATORIS A LLARG TERMINI

En els context internacional de la recerca, els reptes del canvi global són una força motora. Hi ha qüestions que requereixen xarxes d'observació o col·laboració que cobreixin en la mesura del possible tot el planeta. La naturalesa i el desenvolupament d'aquestes xarxes és molt variat. Algunes són molt eficients i d'altres infructuoses, però en tot cas són necessàries i cal apostar per una connexió del teixit de recerca del país amb aquest entorn. Normalment, les connexions comencen per iniciatives personals dels investigadors; però difícilment porten enlloc si posteriorment no hi ha un suport institucional. Aquesta acció s'ha d'incentivar amb avaluacions periòdiques del seu rendiment. És relativament fàcil obtenir finançament per organitzar xarxes, fer reunions de coordinació i establir protocols. Molt més complicat resulta aconseguir-lo per a l'obtenció de les dades de base que han d'alimentar la xarxa. Calen programes de recerca específics per a aquesta modalitat.

Recollir dades generades per altres propòsits i realitzar metanàlisis és un recurs que ha donat contribucions remarcables. Hi ha aspectes de dinàmica dels processos, però, que requereixen sèries temporals llargues i metodològicament consistents. Més enllà dels seguiments meteorològics generals i d'alguns aspectes de qualitat de l'aire i de l'aigua, la recerca en dinàmiques ecològiques i ambientals a llarg termini és òrfena de recursos. Algunes sèries remarcables en el territori corresponen a herois que per tossuderia personal han acumulat observacions precises durant molts anys. Sèries de temperatura del mar Mediterrani o fenològiques sobre plantes i animals que són referència internacional no han estat resultat de l'activitat d'instituts de ciències marines o d'ecologia forestal, sinó fruit d'iniciatives individuals sostingudes. En la situació de canvi ambiental en què ens trobem, organitzar i finançar la recerca a llarg termini hauria de ser una prioritat. Naturalment, caldria triar entre propostes alternatives. Hi ha un munt de possibilitats i no es pot pas fer tot. Algunes tenen uns requeriments tecnològics elevats, però d'altres necessiten una massa crítica d'observadors i podrien beneficiar-se dels naturalistes no associats directament a les institucions de recerca. Ja en tenim exemples, com és el cas de la xarxa de seguiment de papallones; però hi ha cabuda per a moltes iniciatives més. La facilitats tecnològiques per posicionar l'observació i documentar-la ofereixen possibilitats infinites. L'articulació d'un programa de col·laboració entre associacions de

naturalistes i centres de recerca amb recursos per desenvolupar projectes específics podria ser extraordinàriament productiva i econòmicament eficient.

La col·laboració amb els centres de recerca ambiental es pot estendre al conjunt de la població. L'anomenada «ciència ciutadana» és un meló que només comença a obrir-se. Segurament encara necessita assaig i error i desenvolupament metodològic, però el fet que cada persona sigui un observador potencial ofereix possibilitats infinites en estudis que requereixen cobrir molt de territori i una llarga durada de l'observació. No és estrany que els temes ambientals predominin entre les iniciatives que s'han donat fins ara (figura 4). Si l'experimentació controlada està exposada a imprevistos que poden donar resultats espuris, encara ho està més la ciència ciutadana. En contraposició, té l'avantatge de la robustesa dels grans números. Treure'n profit exigeix capacitat per a tractar-los i aquí hi ha un camp important de desenvolupament científic.

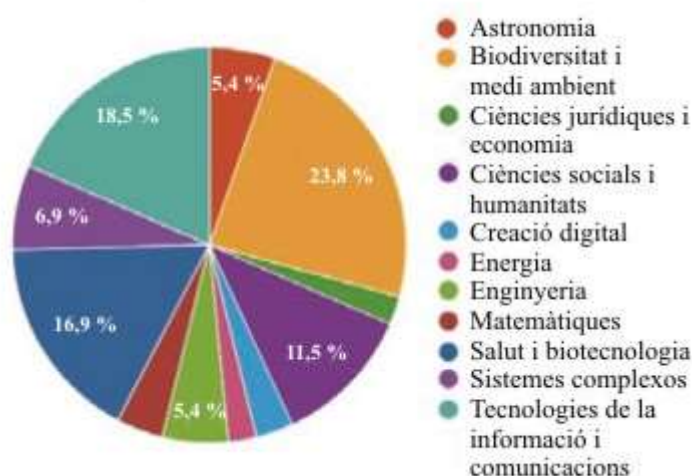


FIGURA 4. Iniciatives de ciència ciutadana en diferents àrees de coneixement.

Font: Serrano *et al.*, 2017. *Informe del Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España*.

8. LA RECERCA I LES SEVES APLICACIONS

Ampliar els límits del coneixement és l'objectiu fonamental de la recerca. Aquest fet va de la mà de l'aplicació del coneixement existent en desenvolupament tecnològic, però mentre que el darrer pot estar molt sotmès a dinàmiques d'oferta i demanda, el primer requereix bàsicament creativitat. El sistema de recerca ha de facilitar aquesta creativitat i reconèixer-la. La promoció de la recerca ha d'acompanyar, proveint de recursos, més que

no pas capficar-se a guiar massa. L'entorn científic ja està amatent per ell mateix a necessitats socials i oportunitats conjunturals. La transferència de coneixement es produirà d'una manera espontània si socialment el coneixement generat en l'entorn proper se sap valorar.

Als Estats Units són molt més eficients que a Europa a l'hora d'aconseguir que el coneixement bàsic —els descobriments— passi al desenvolupament tecnològic i a l'aplicació. Això contrasta amb el fet que Europa intenta formalitzar les vies de transferència; per exemple, desenvolupant programes de R+D+I molt dirigits i complexos. En aquests programes es demana que els projectes incloguin recerca bàsica, desenvolupament, divulgació dels resultats entre els possibles usuaris i, eventualment, comunicació al gran públic. Aquesta mena de projectes corren el risc de convertir-se en una activitat empresarial en la qual ampliar els límits del coneixement no és pas el més rellevant. El sistema nord-americà sobretot fa la transferència del coneixement per difusió de personal. Els investigadors i els tècnics que es formen en centres de recerca —per exemple, fent el doctorat— passen a la indústria i a l'Administració amb facilitat. Complementàriament, la recerca té un volum que per ell mateix és un sector econòmic que atreu personal qualificat d'altres sectors. Aquesta transferència no organitzada acaba sent molt més eficient. A Catalunya, tradicionalment, els doctorats en ciències trobaven la sortida laboral en el món acadèmic. Només en els darrers anys la indústria ha superat la universitat en la incorporació de doctors; tot i que, amb un percentatge molt elevat, en llocs de treball que no responen a les seves qualificacions. Entorn de les qüestions ambientals hi ha encara un recel excessiu entre Administració, teixit productiu i centres de recerca. La mobilitat, la permeabilitat i la col·laboració entre organismes de gestió, indústria i centres de recerca hauria de facilitar-se mitjançant accions contundents que vagin més enllà, per exemple, d'uns tímids intents per afavorir tesis compartides. Els suports a la R+D+I de les empreses mitjançant incentius fiscals és encara molt modest, tres vegades inferior al de Portugal i deu al de França. El desenvolupament d'un sector tècnic més nombrós associat a la recerca segurament facilitaria l'intercanvi. També el facilitaria, com abans s'ha comentat, la definició de missions ambientals d'ampli abast social, que permetin contribuir en paral·lel o en col·laboració des del sector públic i el privat, des de la recerca bàsica i la innovació.

9. PROPOSTES

— Les qüestions relacionades amb el canvi global han de ser l'aglutinador de la recerca ambiental i la via per al reconeixement social de la tasca feta. Un programa de finançament en què l'excel·lència fos el criteri preferent de selecció de projectes seria una bona via estratègica. La definició de missions ambientals específiques per al país a les quals es pogués contribuir en paral·lel des de sectors públics i privats, des de la recerca bàsica fins a la innovació, seria una altra via.

— Cal un programa de finançament de l'observació i la recerca del medi natural a llarg termini. Aquest programa pot contemplar diverses modalitats que considerin des de propostes molt tecnològiques fins a aspectes molt participatius per part de naturalistes aficionats i la ciutadania en general. D'altra banda, calen mecanismes que facilitin i incentivin el patrocini d'aquest tipus d'activitat investigadora. En concret, els incentius fiscals a la inversió en recerca i el suport a la recerca s'haurien de millorar.

— L'envelliment de la plantilla d'investigadors sèniors dels centres de recerca i les universitats requereix mesures correctores urgents. Un relleu progressiu no és suficient; caldrien accions extraordinàries per a facilitar l'accés a posicions sèniors de recerca a investigadors d'entre trenta i quaranta anys.

— Cal un reconeixement explícit de l'investigador sènior (més enllà de categories professionals específiques) al voltant del qual s'articulin els equips de recerca operatius dels centres i departaments i que permetin una eficient i àgil distribució d'espais i recursos segons mèrits i projectes.

— L'establiment de la figura de tècnics altament qualificats amb possibilitats de millora professional progressiva equiparable a la carrera investigadora és necessària per eixamplar la capacitat operativa dels centres sense atomitzar els grups i els lideratges. La precarietat laboral s'hauria d'erradicar.

— La permeabilitat entre els centres de recerca i les universitats hauria de facilitar-se. La figura del professor associat (o d'altres) s'hauria d'aprofitar per a incentivar el contacte regular entre investigadors establerts i estudiants en formació. Al mateix temps, la universitat ha de considerar clarament l'activitat de recerca com a fonamental per a ella i fer-la compatible amb l'activitat docent racionalitzant adequadament les dedicacions.

— La racionalització de les infraestructures i els recursos per a la recerca passa pel desenvolupament de serveis tècnics de centre que facilitin l'execució dels projectes a diferents grups de recerca i permetin avaluar i justificar les despeses. L'establiment

d'aquests serveis implica una clara definició de llocs de treball tècnics i de suport amb la remuneració adequada.

— Cal incentivar la diversificació de serveis de suport a la recerca i potenciar els existents, no solament en les institucions, sinó en l'àmbit empresarial. El ventall de possibilitats en l'entorn de la recerca ambiental és ampli. A més dels tradicionals serveis analítics i informàtics, hi tenen cabuda serveis taxonòmics, suport en tècniques de camp, comunicació i divulgació i fins i tot personal tècnic qualificat per a tasques específiques en projectes.

— La llei de la ciència hauria de contemplar les especificitats de la recerca per a l'adquisició de material, instrumentació i ús de serveis externs prioritzant el criteri dels investigadors i la consecució de resultats per davant de criteris administratius d'eficàcia pressupostària i comptable.

BIBLIOGRAFIA

- ACUP (2017). *Impactes socioeconòmics de les universitats públiques i el sistema públic de recerca de Catalunya*. Barcelona: Associació Catalana d'Universitats Públiques. 304 p.
- AQU Catalunya (2017). *La inserció laboral dels doctors i doctores de les universitats catalanes*. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. 38 p.
- BELOVSKY, G. E.; BOTKIN, D. B.; CROWL, T. A.; CUMMINS, K. W.; FRANKLIN, J. F.; HUNTER, M. L.; JOERN, A.; LINDENMAYER, D. B.; MACMAHON, J. A.; MARGULES, C. R.; SCOTT, J. M. (2004). «Ten Suggestions to Strengthen the Science of Ecology». *BioScience*, núm. 54, p. 345-351.
- CASADO, M.; PUIGDOMÈNECH, P. (2018). *Document sobre els aspectes ètics del diàleg entre ciència i societat*. Barcelona: Observatori de Bioètica i Dret de la Universitat de Barcelona. 74 p.
- COTEC (2018). *Informe COTEC 2018*. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación. 236 p.
- FERNÁNDEZ-NOVO, A.; TORRES-PASCUAL, S. (2017). *Informe sobre la ciencia y la tecnología en España*. Madrid: Fundación Alternativas. 167 p.
- ICONO (2017). *Indicadores del sistema español de ciencia, tecnología e innovación*. A Coruña: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). 140 p.
- MAZZUCATO, M. (2018). *Mission-oriented research and innovation in the European Union: A problem-solving approach to fuel innovation-led growth*. Brussel·les: Comissió Europea, p. 36.
- OBSERVATORI DE LA RECERCA. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. <<http://observatori.iec.cat/>>
- OECD (2016). *Manual de Frascati 2015: Directrius per a la recollida i la comunicació de dades de recerca i desenvolupament experimental*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. 441 p.
- SERRANO, F. et al. (2017). *Informe del Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España*. Zaragoza: Fundación Iberovis, p. 224.