

UNIVERSITAT

I CIUTAT. L'ECOSISTEMA DE L'AGLOMERACIÓ METROPOLITANA DE BARCELONA

Montserrat Álvarez

UB i Fundació CYD

Francesc Solé Parellada

UPC i Fundació CYD

Martí Parellada

UB, Institut d'Economia de Barcelona i Fundació CYD

És generalment acceptat que hem entrat en una nova revolució industrial. Aquesta nova revolució industrial es manifesta en una acceleració del trionomi ciència-tecnologia-innovació, que els darrers 20 anys s'ha fet cada cop més evident.

El que caracteritza aquesta revolució és l'augment de l'estoc científic, tecnològic i d'innovacions estructurades en el món digital. Com tota revolució industrial, les cadenes de valor s'allarguen i s'eixamplen i, en aquesta revolució en concret, participen un seguit d'àmbits científics/tecnològics com les nanotecnologies, nous materials, biotecnologia, robòtica, fabricació avançada, etcètera. Aquests àmbits promouen o modifiquen substancialment diferents sectors de l'activitat econòmica. Tanmateix, i cal insistir-hi, el ciment de tot plegat ha estat la digitalització, amb branques com el *big data* i la intel·ligència artificial (IA), Internet entre persones i l'Internet de les coses, i un seguit de descobriments i invencions relacionats, molt sovint espectaculars i revolucionaris, que han augmentat

la capacitat d'emmagatzemar, transferir i operar amb la informació. No cal dir que aquest procés ha estat propulsat per abundants inversions realitzades en les plataformes i les aplicacions informàtiques.

Tots aquests canvis en les tecnologies, dels quals gaudim a través dels seus productes com, per exemple, el telèfon mòbil o el vehicle autònom, no són neutrals. Les seves conseqüències en el medi ambient, en les relacions socials de tota mena i, fins i tot, en la gestió de la globalitat en són la prova. La humanitat com a espectadora del canvi ha començat a parlar de la desaparició sobtada de professions i oficis, de canvis radicals en la distribució geogràfica dels llocs de treball, d'immigrència del canvi dels models formatius, dels ensenyaments (entre aquests, els universitaris) i de trasbalsos notables en les posicions dels diferents estaments socials, per no parlar dels conflictes geopolítics resultat dels desequilibris. Els problemes específics que ens afectaran sovint no són prou evidents però hi ha símptomes del canvi i de possibles conflictes, entre d'altres, la davallada de les classes mitjanes, la precarització de l'ocupació i els sobtats i sovintejats conflictes socials.

El canvi també provoca conseqüències econòmiques o, més ben dit, canvis notables en l'organització econòmica. El primer a canviar són els fonaments tècnics de la competitivitat. El canvi afecta directament el sistema productiu tant a escala individual d'empresa com al seu conjunt en els mercats i també en la distribució geogràfica de la riquesa. No cal dir que d'aquesta

revolució tecnològica, tal com ha passat en les precedents, canviarà la posició relativa dels països, i també del que fins ara hem anomenat ecosistemes o més tècnicament *functional urban areas* (FUR). Les FUR es caracteritzen per ser àrees econòmiques identificables, que d'alguna manera tenen una personalitat que es pot reconèixer i que els moviments dels agents que en formen part s'afecten mútuament de forma substantiva. Es pot dir que una FUR és un sistema, que té les seves normes pròpies i la seva cultura, és a dir, una manera de fer i d'avançar amb els seus punts forts i febles entre els quals també es poden identificar les barreres al progrés.¹ Conseqüentment, una FUR es pot estudiar acadèmicament com un tot. D'aquí que si bé a l'article es parla de Barcelona i de la seva àrea d'influència les dades es poden estendre sense variacions substancials a les conclusions amb la consideració del perímetre de Catalunya. La prova és que no podríem afirmar el mateix en la consideració de parts separades del perímetre.

El primer que hem de posar de manifest és que sembla que en la situació actual, és a dir, en l'inici d'una nova revolució industrial, les característiques de les FUR referents a la cultura i les normes escrites i no escrites, vigents o acceptades pels agents, tenen un interès evident, ja que els canvis tecnològics i econòmics que es produeixen posen en qüestió els equilibris socials comunament acceptats.

El desequilibri entre les receptes que permetien l'acord social i que, fins a l'arribada de l'actual revolució industrial, estaven emparades pel progrés, essent-ne fins i tot un fonament, i les exigències de conservar la competitivitat comparativa només es pot anar apaivagant en un escenari de canvi cultural i de creixement econòmic. Un creixement econòmic que permeti situar la FUR en qüestió entre el grup d'ecosistemes que liderin el canvi. El creixement i el canvi cultural previsiblement haurien de permetre canviar el model productiu i substituir les antigues receptes de l'estat del benestar per nous acords socials. Si les dues transformacions no van a l'ensems, la segona actua de

1 El tema de la cultura dels països o de les regions i ciutats com a barreres o com a fonament del progrés no s'ha convertit en una branca estructurada de la ciència econòmica i connectada a la resta de branques. Tanmateix hi ha una evidència amb la dificultat que tenen determinades àrees geogràfiques de respondre correctament a les oportunitats de progrés. Això no vol dir que aquest tema no hagi estat considerat. El mateix Adam Smith el converteix en un dels eixos del seu text sobre l'origen de *La riquesa de les nacions*. Molts altres economistes l'han utilitzat com a recurs comparant sistemes.

barrera del progrés. Dit d'una altra manera, o es participa en el canvi amb totes les seves conseqüències, adaptant el sistema productiu i les receptes socials o creant-ne de noves, o és fàcil quedar despenjat en una situació plena de contradiccions, tant econòmiques com socials, de difícil sortida.

1. Una tipologia d'ecosistemes

En l'anàlisi de la distribució geogràfica de la riquesa utilitzem la classificació i les explicacions d'Enrico Moretti en el seu conegut llibre *The new geography of jobs*.² Moretti classifica la geografia econòmica dels Estats Units en tres tipus de territoris (ciutats/àrees metropolitanes, regions o FUR):

a. D'una banda, hi hauria aquells que constitueixen els *hubs* de la innovació, amb una forta presència de treballadors altament qualificats i creatius i d'empreses d'alta tecnologia en els àmbits de les manufactures avançades, tecnologies de la informació, ciències de la vida, robòtica, nous materials o nanotecnologia (encara que la innovació òbviament no es limita solament a una classificació d'alta tecnologia i qualsevol treball que generi noves idees, processos i productes també s'hi inclouria). Val a dir que la llista de sectors enunciats no és casual i marca la tendència de quins són els àmbits del sistema productiu creadors de valor afegit i que més creixen. Aquests territoris es caracteritzen per la seva elevada productivitat i, en conseqüència, per l'alt nivell salarial, així com per tenir una xifra elevada de patents per capita.

b. De l'altra, hi hauria les àrees en declivi, caracteritzades per la forta presència passada d'indústries tradicionals, intermèdies o, fins i tot, d'assemblatge de manufactures avançades, que la globalització i el canvi tecnològic han deslocalitzat a àrees amb costos laborals més baixos, com (en un principi) la Xina i altres països emergents. Aquests territoris no s'han sabut readaptar, estan perdent població i llocs de treball i se situen al cantó negatiu en salaris i productivitat. Aquesta classificació ens alerta de la importància relativa de la industrialització "perquè sí". No tota la indústria és igual de productiva i gairebé podríem classificar-la en relació amb la seva capacitat de resistir, la capacitat de retribuir i la capacitat de formar part de les cadenes de valor en les branques de més valor afegit i de més participació en la complexitat del sistema i també d'una exigència més alta en front dels serveis públics. Les llàgrimes s'han de situar on toca.

2 E. Moretti (2012). *The new geography of jobs*. Nova York: First Mariner Books.

c. Finalment, el tercer tipus de territori seria el que representa ecosistemes –si és que podem utilitzar amb propietat aquest qualificatiu– amb un nivell molt baix de complexitat i en economies de subsistència, amb salaris baixos i serveis avançats pràcticament inexistent. Sovint, quan es parla de països, es parla d'estats fallits o de països no viables.

En el primer grup d'ecosistemes és molt present el fenomen clúster, especialment en els períodes de creació dels sectors i de consolidació del districte. Els clústers d'innovació cada cop atreuen més empreses punteres i treballadors qualificats, per la qual cosa cada cop s'allunyen més dels dos altres tipus de territoris en termes de valor afegit i de complexitat.

D'altra banda, les diferències entre aquests tres tipus de territoris no són tan sols econòmiques sinó també de caire cultural, social, polític, educatiu i també de salut on, per exemple, en el tercer tipus els serveis són incomplets, deficientes i poc estructurats.

En els territoris que constitueixen el primer grup, és a dir, els pols de l'economia del coneixement, es registra un efecte multiplicador molt intens:

- Es calcula que només el 10% dels treballadors estan ocupats en empreses innovadores, però per cada ocupat en aquestes empreses es generen cinc llocs de treball addicionals en el sector local de serveis (on desenvolupen les seves tasques, de fet, la major part dels ocupats, uns dos de cada tres). En contrast, les manufactures tradicionals, els territoris del segon tipus de la classificació, tenen un efecte multiplicador d'1,6, força menor, doncs, que en el sector de les empreses innovadores.

- D'aquests cinc, un 40% estan ocupats en el sector de professionals qualificats (metges, professors, advocats, arquitectes, etcètera) i un 60%, en el sector de serveis tradicionals (cambrers, comerciants, netejadors, conductors, etcètera).

- L'efecte multiplicador més gran del sector d'alta tecnologia es derivaria, en gran mesura, del fet que els ocupats en aquest sector ingressen salaris més elevats mercès a una productivitat més alta i que gasten més en serveis locals que, lògicament, estan situats a la vora.

Les àrees que concentren el talent, el primer grup, cada cop s'allunyen més de la resta pel fet que cada cop atrauen més empreses punteres tecnològicament i treballadors altament

“Envoltar-se de gent creativa i intel·ligent fa augmentar la nostra creativitat i intel·ligència i això fa que puguem ser més productius”

qualificats i cada cop aconseguixen més avenços en la seva productivitat, en una mena de cercle virtuós que amplia l'àrea geogràfica i crea regions homogènies amb aglomeracions de població considerables.

Això es deu a tres forces d'aglomeració que fan que, tot i el cost laboral i de vida més alt, les empreses s'hi instal·lin, ja que els guanys productius i de creativitat els compensen amb escreix. Aquestes tres forces són:

- els mercats laborals cada cop més densos i estratificats;
- la presència de proveïdors de serveis especialitzats i, per tant, més professionalitzats;
- i, el més important, l'existència dels *knowledge spillovers* que reforcen les economies externes tecnològiques i que ajuden a crear les cadenes amb més valor afegit.

La presència al territori d'un gran nombre d'empreses de sectors d'alta tecnologia i de treballadors amb els coneixements i competències necessaris en aquests sectors facilita que les empreses puguin trobar el personal adequat, és a dir, l'enginyer, científic o treballador especialitzat, en definitiva, els recursos humans que necessiten, i que els treballadors puguin trobar una feina que s'adapti a les seves expectatives i habilitats, a la qual cosa s'afegeix una informació que guï amb més eficiència la tria de la formació, i per a les universitats i centres de formació, la capacitat de transformar els seus ensenyaments.

Així mateix, els *hubs* innovadors tenen al seu abast tot un ecosistema de proveïdors de serveis altament especialitzats, en el que hem anomenat espai de suport, com ara assessors legals, de publicitat, consultors tècnics i de gestió, logística i reparació, laboratoris, suport en tasques d'enginyeria, etcètera. I, també, recursos de finançament. Els territoris del primer grup són l'espai on es concentren les empreses de capital de risc, que no tan sols proveeixen els emprenedors i les *start-ups* dels recursos inicials que necessiten, sinó que fan tas-

ques extenses de supervisió i tutoria i també, i molt important, faciliten la creació de la cadena de valor omplint els buits que es van detectant i, consegüentment, l'ampliació de l'estoc científic i tecnològic i l'ampliació de l'ecosistema.

Finalment, els *knowledge spillovers* fan referència al fet que les interaccions socials, formals i informals entre treballadors amb un elevat capital humà generen oportunitats d'aprenentatge que milloren la innovació i productivitat. En altres termes, envoltar-se de gent creativa i intel·ligent fa augmentar la nostra pròpia creativitat i intel·ligència, i això fa que puguem ser més productius.

Les forces d'aglomeració són les que expliquen, doncs, la divergència entre territoris. Un cop un àrea atrau algunes empreses i treballadors innovadors, la seva economia canvia de manera que fa atractiva la localització per a altres companyies i treballadors innovadors, en una mena d'equilibri autosostingut. Això suposa que un cop un clúster de la innovació s'ha establert és difícil de deslocalitzar i que una regió sense un *hub* d'innovació trobarà difícil crear-lo des de zero. Per altra banda, els efectes negatius d'aquests *hubs* del coneixement serien els elevats costos de vida, inclosos els de l'habitatge, i la gentrificació.

No obstant això, els *hubs* innovadors actuals no tenen per què durar per sempre –consideració que ha estat l'error en l'estudi i avaluació dels districtes industrials en alguns territoris molt especialitzats i d'indústries tradicionals–, ja que amb el pas del temps tecnologies en la frontera passaran a ser estàndards, i productes ara innovadors seran fàcils de produir arreu del món, en una mena de destrucció creativa, en termes de Schumpeter. D'ací la necessitat per als actuals *hubs* de readaptar-se i reinventar-se per continuar existint.³

Aquest és un element clau que cal tenir en compte en el cas de Catalunya: no es tracta tant de fomentar la nostàlgia ni d'esperar una hipotètica reindustrialització convencional pròpia del segon tipus de territori, segons la tipologia de Moretti, sinó de posar les bases de l'ecosistema propi del primer grup de territoris.

3 Silicon Valley n'és un exemple. En els anys 90 Silicon Valley va ser un dels pioners de la indústria del *hardware*, després es va readaptar a la del *software* i, actualment, ho està a les noves tecnologies al voltant d'Internet, l'entreteniment digital, la biotecnologia o les tecnologies netes. Detroit, que podria ser considerat l'equivalent al Silicon Valley dels anys 50, en canvi, no va poder o saber reorientar amb èxit el seu ecosistema cap a nous sectors des de la mateixa indústria de l'automòbil.

L'origen dels actuals clústers té a veure, en cert sentit, amb la serendipitat. La casualitat i elements vinculats a la cultura emprenedora hi són sovint substancials.⁴

2. El camí que cal seguir

L'encert en el camí que una *FUR* ha de recórrer per participar en la revolució 4.0, com a protagonista o com a seguidor amb aspiracions de passar al primer grup, té dos fronts que cal cobrir, el del sistema productiu i el de la cultura entesa com a comportament socialment encertat i acceptat.

En l'àmbit del sistema productiu, i del conjunt de l'espai de suport que l'acompanya, no hi ha cap altre camí que el d'incorporar-se al joc marcat per la combinació de ciència, tecnologia, innovació, emprenedoria i diners, amb la voluntat de participar-hi com un agent del canvi. En l'àmbit cultural i social s'ha de tenir l'actitud i l'habilitat d'anar-se adaptant, amb solucions imaginatives i pactades, a les necessitats socials culturalment sentides i socialment exigides ja siguin justificades o no. En aquets àmbits de canvi se situa el sistema de ciència i tecnologia i, lògicament, també la universitat. La universitat, en el paper de creadora d'estoc científic i tecnològic i també, i no menys important, de formadora de capital humà adaptat a les noves necessitats econòmiques i socials, esdevé, com ja ho ha estat en altres circumstàncies semblants, un agent substancial del canvi.

Els elements específics que ens duran a seguir el camí correcte estan situats en l'àmbit de la prospectiva i, per tant, de la bola de vidre. És a dir, no es disposa d'un full de ruta en el qual hi hagin anotades totes les passes que cal seguir, però sí que es disposa de moltes pistes del que s'ha de fer i del que no s'ha de fer i també hi ha exemples de maneres d'anar avançant i d'algunes dreceres que cal seguir.

4 El cas de Seattle n'és un exemple. La clau del seu ascens a *hub* innovador prové en gran mesura de la decisió dels creadors de Microsoft (Bill Gates i Paul Allen) de traslladar l'empresa als seus inicis des d'Albuquerque, on es va fundar, fins a Seattle, localitat natal de tots dos. La presència del que es convertiria en gegant de la informàtica va ser el desencadenant de la creació d'un clúster d'alta tecnologia a l'àrea que va servir per atreure altres emprenedors i empreses innovadores, com ara l'Amazon de Jeff Bezos. L'origen de Silicon Valley, per altra banda, té a veure amb l'arribada a l'àrea de William Shockley, inventor del transistor, els deixebles del qual van crear el primer circuit integrat a Fairchild Semiconductors, empresa de la qual van sortir nombroses *spin-offs* com Intel o AMD, i que va donar el tret de sortida al clúster d'innovació més important del món, on ara hi ha instal·lades Apple, Facebook o Google. Shockley estava connectat amb la Universitat de Stanford.

El mètode per a la prospecció més conegut consta de tres etapes. Primer, es tracta d'estudiar què va passar en el passat; segon, d'analitzar els símptomes rellevants que observem en el present i quines solucions veiem que són més efectives per fer front als reptes imminents, i tercer, mirar d'afegir a tot plegat un punt d'imaginació construint escenaris de futur més o menys plausibles.

Tot plegat no cal filar massa prim per encertar el camí que cal seguir. Primer es tracta d'apuntar-nos a la cursa de bon grat. Una cursa que de tota manera haurem de fer i, per tant, més val que la comencem en bones condicions. En aquesta cursa guanya qui més innova i ho fa amb més valor afegit. Les regles del joc premien qui millor gestiona la ciència, la tecnologia, el capital humà, la capacitat emprenedora, l'organització eficient de l'ecosistema i també el nivell d'eficiència i el cost de l'espai de suport amb l'administració al capdavant. Els que hi juguen han d'anar en compte que ningú no es despenyi socialment i que l'ecosistema tingui la capacitat d'anar rectificat sempre que convingui. La major part de les decisions, si es dona la cultura apropiada, les pren l'ecosistema, però el sistema de ciència i tecnologia i l'espai de suport que depenguin de l'administració s'han d'anar observant i alimentant perquè avancin paral·lelament i perquè empenyin en lloc de ser una rèmor.

Tot plegat, sembla que el que cal és:

a. Dotar el país de la capacitat de contribuir a l'estoc científic i tecnològic de forma substantiva i a través d'un sistema de ciència i tecnologia estructurat i potent i, sobretot, enfocat. Aquest sistema ha de tenir un caràcter emprenedor i d'enfocament final a la rellevància i també a la demanda. Aquesta característica no és afegida sinó que ha de ser consubstancial. Dit d'una altra manera, el sistema ha de ser porós amb els altres agents de l'ecosistema i ha de viure confortablement en un estat, d'altra banda inevitable, de competència global.

b. El sistema ha de disposar d'un capital humà que combini amb naturalitat les competències i coneixements amb les habilitats i les actituds i amb un alt component de STEM (les sigles en anglès de ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques). És a dir, que s'ha de disposar d'un sistema educatiu de primer nivell, compromès amb l'ecosistema i amb capacitat d'adaptació, i, per tant, porós.

c. Un nou pacte social que ho faci possible i en el qual el conjunt de la població estigui confortable.

d. Un sistema productiu emprenedor.

e. Una administració eficaç, tant en la vessant de reguladora del sistema productiu com en relació amb les seves responsabilitats socials i, a més a més, i molt important, flexible i amb un cost proporcional a la seva eficàcia. Finalment, i molt important, amb una cultura enfocada al que toca i suportada per uns valors democràtics i cívics.

Si aquesta és la situació, cadascú, des de la seva posició, s'haurà adonat de les renúncies que cal fer i de les exigències que cal afrontar. En tot cas, l'objecte d'aquest article se centra en el primer i en el segon punt.

3. El paper de les universitats i del sistema de ciència tecnologia estructurat

El paper de les universitats en el desenvolupament local és complex. Les universitats i la recerca estructurada, la dels grups, instituts, fundacions de propòsit científic, etcètera, duen a terme, substancialment, tres cometes: contribuir a augmentar l'estoc científic i tecnològic; formar capital humà en totes les direccions, tant del coneixement com dels valors i de les competències i habilitats, i, finalment, també transferir coneixement i contribuir a la innovació a través de la valorització via patents, *spin-offs* i parcs científics i tecnològics. No cal dir que aquestes tasques formen part per definició dels fonaments del canvi. Per a un país que vulgui estar a primera fila, disposar d'una universitat i d'un sistema de recerca de qualitat integrat no és un luxe, sinó una condició del progrés. Kevin Kelly ens diu en el seu llibre *New rules for the new economy*⁵ que en els temps en què vivim "la riquesa no s'assoleix perfeccionant allò conegut, sinó aproximant-se de manera imperfecta al desconegut" i és aquest, precisament, el camp de joc on millor es mou la universitat.

Moretti sosté que el naixement de Silicon Valley no es va deure tant a la universitat com als pioners de l'alta tecnologia. Si s'haguessin instal·lat en qualsevol altra localització amb una altra universitat potent en recerca, Silicon Valley hauria sorgit allà. Perquè la presència de la universitat és necessària però no suficient. Per bones que siguin les universitats i el sistema de recerca, perquè la seva aportació fructifiqui cal la virtut de l'emprenedoria, cal que els grups de recerca siguin emprenedors i, sobretot, és imprescindible la presència de líders (estrelles aca-

⁵ K. Kelly (1999). *New rules for the new economy: ten radical strategies for a connected world*. Nova York: Penguin.

“Disposar d’una universitat i d’un sistema de recerca de qualitat integrat no és un luxe, sinó una condició del progrés”

dèmiques) amb capacitat d’investigar, patentar i de crear empreses i aconseguir que aquestes sobrevisquin i prosperin. La presència d’estrelles acadèmiques en els camps adequats i el seu efecte d’atracció va ser la clau perquè la indústria biotecnològica als Estats Units es concentrés a l’àrea metropolitana de Boston-Cambridge (Harvard, MIT), la badia de San Francisco (Stanford, Berkeley, Universitat de Califòrnia-San Francisco) i San Diego (Universitat de Califòrnia-San Diego). Hi ha dues raons per al poder d’aquestes estrelles: els científics i investigadors de les *start-ups* privades necessiten tenir els laboratoris físicament a prop de la recerca acadèmica de frontera per captar els *knowledge spillovers* que se’n deriven dels investigadors acadèmics d’elit –d’aquí l’error d’allunyar els parcs científics i de la innovació universitària de la mateixa universitat i de no promoure la mobilitat entre el sistema de recerca i el productiu–, d’altra banda, les estrelles acadèmiques s’involucren moltes vegades personalment en la tasca d’emprenedoria, amb la creació de *start-ups* privades líders. Tanmateix la presència d’aquestes estrelles en determinades universitats i no en altres va ser aleatòria també, una mena de serendipitat.

A més a més, la presència d’universitats en una ciutat incrementa l’oferta de graduats superiors i el percentatge de treballadors altament qualificats és clau per a un *hub* innovador, tot i que, per altra banda, aquests treballadors acostumen a ser molt mòbils i si el territori no ofereix oportunitats solen desplaçar la seva contribució a les FUR que els ofereixen salaris més alts i, especialment, projectes més engrescadors.

Dit d’una altra manera, la presència d’universitats i de recerca estructurada, encara que siguin de prestigi, no garanteix l’èxit econòmic ni el desenvolupament; són importants però, tal com s’ha dit, no suficients per elles mateixes per formar un clúster autosostingut.

Les universitats i el sistema de recerca són més efectius, de fet, quan formen part d’un ecosistema innovador més ampli, juntament amb un mercat dens de treballadors altament qualificats i de proveïdors de serveis especialitzats. És a dir, quan un clúster

s’ha establert, les universitats hi tenen un paper fonamental a l’hora de promoure’n el creixement, sovint esdevenint un actor clau de l’ecosistema que dona suport al *hub* innovador i fa que tingui èxit.⁶ Creant empreses com a resultat de la recerca acadèmica, en forma de patents, *spin-offs*, *start-ups* relacionades amb graduats i personal de les facultats i generant *knowledge spillovers* que fomenten el sector innovador local.

Per fomentar el desenvolupament, hi ha poques estratègies alternatives a impulsar el sistema i rebaixar les barreres. El camí que ha de recórrer un ecosistema que gestioni eficaçment la tríada ciència-tecnologia-innovació no és fàcil d’impulsar amb accions de política industrial directa, per tant cal esperar que el mateix ecosistema evolucioni pel seu compte donant suport als seus fonaments i reduint les barreres.⁷

Consegüentment hem de concloure que cal preservar i impulsar la part de l’espai de suport que representen les universitats i el sistema de recerca i cal fer-ho de manera orientada, és a dir, en la direcció d’establir la cultura de la porositat i de la mobilitat en relació amb el sistema social i productiu i impulsar la cultura de la innovació i de l’emprenedoria en les dues direccions.

Per tant, en el nostre cas és si el sistema universitari i de recerca de Catalunya està preparat per seguir donant suport al desenvolupament econòmic i social en relació amb els reptes de la revolució industrial 4.0. D’aquí la necessitat de fer un

6 Cal tenir en compte, en aquest context, que el funcionament de les universitats dels Estats Units, fins i tot públiques, és força diferent de l’espanyol, com s’expressa a Vilalta (2018). “La contribución de las universidades al desarrollo económico y social. Reflexiones y experiencias desde California y Cataluña”, a Informe CYD 2017. Barcelona: Fundación CYD. Així, gaudeixen de més autonomia, la regulació legislativa del sistema és lleugera i enfocada al retiment de comptes; la selecció del professorat n’és un element clau; la funció de transferència de tecnologia i coneixement a la societat i al sistema productiu és una activitat nuclear i disposen d’un ampli ventall d’institucions i mecanismes que nodreixen la innovació.

7 Un dels pocs casos on aquesta estratègia va funcionar va ser Taiwan, on es van repatriar científics xinesos dels Estats Units i es va apostar per establir un clúster d’R+D públic que va arribar a ser suficientment dens per sostenir empreses privades, encara que també és cert que es va intentar amb diversos sectors i només va reeixir en el dels semiconductors. En aquest context es podrien incloure, potser també, els districtes suburbans d’innovació, com el 22@ de Barcelona, exemple que s’insereix en un marc més ampli de ciutats, com es mostra a Katz i Wagner (2014). *The rise of innovation districts. A new geography of innovation in America*. Metropolitan Policy Program at Brookings.

diagnòstic acurat i focalitzat i de disposar de l'estratègia i dels recursos per enfortir-lo en la direcció correcta.

4. L'ecosistema de Barcelona

Com s'ha dit, el futur a curt i a mitjà termini vindrà marcat per l'economia digital i la indústria 4.0. L'economia digital és el resultat de la capacitat disruptiva que l'ús de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) està produint a tots els sectors de l'economia i a totes les activitats socials i personals.⁸ La quarta revolució industrial (indústria 4.0) té a veure amb l'ús a la indústria dels sistemes ciberfísics, els robots autònoms, la intel·ligència artificial, l'Internet de les coses, la ciberseguretat, els nous materials i la nanotecnologia, la impressió 3D, el *cloud computing* o el *big data*. La indústria 4.0 s'incrusta, a més, en un ecosistema totalment digitalitzat que inclouria la mobilitat intel·ligent, el vehicle connectat i la conducció autònoma, les *smart cities*, les xarxes elèctriques intel·ligents o el comerç electrònic, a més d'altres conceptes com el *blockchain* o sofisticats videojocs de realitat virtual o augmentada.⁹ En aquest context queda clar, doncs, que el sector de les TIC esdevé clau.

En aquest sentit, el sector de les TIC ocupava, el 2017, el 5% del total de treballadors de la ciutat de Barcelona, xifra que significa prop de 55.000, en valors absoluts (Barcelona Activa, 2018).¹⁰ El dinamisme al llarg d'aquesta dècada ha estat espectacular, amb un augment superior al 35% (i més de 14.000 nous ocupats), davant la variació inferior al 10% en el conjunt de la ciutat. En el context català, el pes relatiu de la ciutat de Barcelona en el sector és cabdal i superior al que té la ciutat en conjunt de l'economia, de tal manera que el 55% dels ocupats totals en el sector de les TIC a Catalunya es localitzen a la ciutat de Barcelona (33% per al conjunt de l'economia). Les condicions laborals en el sector de les TIC són clarament positives, comparativament. Així, més de la meitat dels nous contractes són indefinits (menys del 15% en el conjunt dels sectors de la ciutat) i el salari mitjà supera els 36.000 euros bruts anuals, més del 25% per sobre del salari mitjà dels ocupats a Barcelona.

Altres sectors estratègics destacables a la ciutat de Barcelona amb relació amb el de les TIC i basats en el coneixement

⁸ Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme (2015). *Libro blanco para el diseño de las titulaciones universitarias en el marco de la economía digital*.

⁹ Roland Berger (2016). "España 4.0. El reto de la transformación digital de la economía"; ACCIÓ (2018). *El sector TIC a Catalunya*.

¹⁰ Barcelona Activa (2018). *Els sectors estratègics a Barcelona*.

Barcelona es troba entre les nou principals ciutats europees en el suport a l'emprenedoria digital, segons l'European Digital City Index

(Barcelona Activa, 2018) serien també, en primer lloc, el de salut (activitat sanitària, farmacèutica, biotecnològica i similar), amb més de 90.000 treballadors (8,5% del total d'ocupats a la ciutat). Aquí caldria destacar la indústria farmacèutica i biotecnològica, on Catalunya és líder a l'Estat espanyol i encapçala l'R+D. Més del 8% de les exportacions de la província de Barcelona es deuen als medicaments i prop d'un 18% addicional, al sector químic. En segon lloc, les activitats creatives, tant les tradicionals, com ara l'arquitectura i l'enginyeria o el disseny com ara d'avançades com el *software*, els videojocs i l'edició electrònica (més de 40.000 ocupats). En total, al sector creatiu, hi treballava el 2017 més del 12% dels ocupats a la ciutat de Barcelona, xifra que significa aproximadament uns 130.000 en termes absoluts. Del total d'ocupats catalans al sector, prop de la meitat es localitza a Barcelona (a l'entorn del 65% en el cas del sector del *software*, amb un increment de l'ocupació proper al 50% la darrera dècada). Finalment, també cal destacar el paper de les manufactures d'alta i mitjana-alta tecnologia, on Catalunya es troba entre les cinc regions europees amb més ocupats (el pes del VAB industrial català sobre el total, de més de 20%, és per sobre de la mitjana espanyola i de la UE). L'àrea de Barcelona és responsable de prop d'una cinquena part de les exportacions espanyoles, on destaquen el sector químic i farmacèutic i l'automoció. En aquest sentit, la indústria es localitzaria més a l'àmbit metropolità barceloní que a la mateixa ciutat, on prop del 90% dels ocupats es dediquen als serveis.

Barcelona està ben posicionada en el context internacional en molts indicadors que esdevenen cabdals per als sectors més punters i substancials per a l'economia digital, com es posa en relleu a Observatori Barcelona (2018),¹¹ la qual cosa és indicatiu de la fortalesa de la ciutat per constituir-se en un *hub* del coneixement més avançat. Així, per exemple, Barcelona se situa entre les 24 principals metròpolis del món quant a competitivitat global (onzena europea), segons el Global Power City Index de la Mori Memorial Foundation, que analitza 42 grans ciutats i una setantena d'indicadors. D'igual manera es posi-

¹¹ Observatori Barcelona (2018). *Informe 2017*.

ona entre les vuit ciutats del món amb millor reputació, segons el City RepTrak del Reputation Institute, que considera les 56 principals ciutats per població i PIB i es basa en enquestes. A més, segons el Global Cities Investment Monitor, de KPMG, Barcelona se situa en vuitena posició entre les principals àrees urbanes mundials en captació de projectes d'inversió estrangera en el període 2013-2017. Barcelona també destaca, segons les dades del Global Entrepreneurship Monitor, en emprenedoria, amb una taxa d'activitat emprenedora (TEA) del 7% (empreses naixents, de menys de tres mesos d'activitat, i noves, d'entre tres i 42 mesos, en percentatge de la població resident de 18 a 64 anys). Aquesta taxa, idèntica a la global catalana, és clarament superior a la dada del conjunt d'Espanya (5,2%) i també a les d'Alemanya o Itàlia, tot i quedar encara per sota de la TEA de la UE (8,1%) i lluny dels Estats Units (per sobre del 12%). Finalment, també és destacable la tercera posició que ocupa Barcelona en el rànquing mundial per nombre de congressos internacionals organitzats i nombre de delegats enviats a aquests congressos, segons l'International Congress and Convention Association (ICCA), on destaca especialment el Mobile World Congress.

D'altra banda, en el camp del coneixement i la tecnologia, Barcelona es troba entre les nou principals ciutats europees en el suport a l'emprenedoria digital, segons l'European Digital City Index, que analitza les 60 ciutats europees més importants. En paral·lel, Barcelona està considerada com el cinquè *start-up hub* més important d'Europa, segons el rànquing EU-startups, i la tercera ciutat europea més atractiva per establir-hi una *start-up*, segons Atomico. Així mateix, segons l'Innovation Cities Index, elaborat per la consultora 2thinknow, i que analitza fins a 500 ciutats del món i 162 indicadors que mesuren les condicions propícies per a la creació d'innovació, Barcelona es posiciona com la tretzena principal ciutat mundial i la cinquena europea. Finalment, es pot remarcar que Barcelona se situa entre les cinc principals ciutats europees i entre les primeres quinze del món en producció acadèmica científica segons el Knowledge Cities Ranking, elaborat per la Universitat Politècnica de Catalunya, amb dades del Science Citation Index.

A tot això cal afegir que la ciutat de Barcelona també està ben posicionada en el context internacional, seguint l'Observatori Barcelona (2018), en altres àmbits com el referent a qualitat de vida, sostenibilitat i cohesió social; en el de formació, on s'ha de destacar que el percentatge de persones treballadores amb estudis universitaris, del 45%, se situa deu punts per

sobre de la mitjana de la UE, així com el fet que Barcelona és l'única ciutat europea amb dues institucions entre les deu millors escoles de negocis del món, segons el *Financial Times* (IESE i ESADE); o en el de preus i costos, on Barcelona es troba encara entre les urbs més competitives en indicadors com el preu de lloguer d'oficines (posició 30 de 42) o l'índex de cost de vida (121 de 209 ciutats, segons l'estudi Worldwide Cost of Living Survey de Mercer).

5. El paper de les universitats i el sistema de ciència i tecnologia a l'ecosistema de Barcelona

En aquest bon posicionament de la ciutat de Barcelona al món i a Europa en aquests indicadors de caire econòmic i, sobretot, en els relacionats amb el coneixement i la tecnologia és molt important el paper que desenvolupen les universitats –les seves facultats i escoles i els instituts universitaris de recerca– així com el sistema associat de ciència i tecnologia. El sistema associat de ciència i tecnologia estaria conformat, seguint l'ACUP (2017b)¹² i la Secretaria d'Universitats i Recerca (directori d'R+D+I), per centres de recerca (vinculats al CERCA –Centres de Recerca de Catalunya–, al CSIC –Consell Superior d'Investigacions Científiques– i l'IRTA –Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries–), per institucions hospitalàries, per grans infraestructures de suport a la recerca, com el Sincrotó Alba del Consorci CELLS o el Superordinador MareNostrum del Centre Nacional de Supercomputació, per parcs científics i tecnològics, per centres tecnològics i de suport a la innovació tecnològica de la xarxa TECNIO,¹³ per xarxes de referència i per grups de recerca reconeguts.¹⁴ A aquest ecosistema caldria afegir també les empreses i altres ens, entre els quals, el capital de risc. Tot l'entramat seria el responsable de generar nou coneixement i transformar aquest

12 ACUP (2017b). *Impactes socioeconòmics de les universitats públiques i el sistema públic de recerca de Catalunya.*

13 TECNIO és el segell que atorga la Generalitat de Catalunya a través d'ACCIÓ per identificar on es troba la tecnologia diferencial catalana, els proveïdors que l'ofereixen i els facilitadors que participen en el procés de transferència de tecnologia i coneixement. Dins dels centres tecnològics se'n destaquen els avançats, que formen part d'Eurecat (Centre Tecnològic de Catalunya).

14 Cal matisar que es produeixen nombrosos solapaments, ja que bona part dels ens d'aquest sistema pertanyen a les universitats o estan relacionats amb elles, i alhora molts dels ens estan classificats sota l'epígraf de diversos d'aquests grups d'entitats. Es pot consultar una llista exhaustiva d'aquestes unitats d'R+D+I, de tot Catalunya, a http://universitatsirecerca.gencat.cat/ca/01_secretaria_duniversitats_i_recerca/universitats_i_recerca_de_catalunya/recerca/directori_drdr/i/.

nou coneixement en innovacions, això és, en nous productes i serveis (Testar, Parellada i Nieva, 2015).¹⁵

Les universitats a l'àrea metropolitana de Barcelona (AMB) són les públiques Universitat de Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, Universitat Pompeu Fabra, Universitat Politècnica de Catalunya, les privades Universitat Ramon Llull, Universitat Abat Oliba, Universitat Internacional de Catalunya i la no presencial Universitat Oberta de Catalunya.¹⁶ Quedarien fora de l'abast de Barcelona i la seva àrea més propera d'influència les universitats catalanes públiques Universitat Rovira i Virgili, Universitat de Lleida i Universitat de Girona, així como la privada Universitat de Vic-Central de Catalunya. Així doncs, observem que la gran majoria del sistema universitari català es localitza a l'AMB i el mateix es pot dir del sistema associat de ciència i tecnologia. Tal com s'indica a Testar, Parellada i Nieva (2015, p. 10), el sistema d'R+D i

innovació de Barcelona i la seva àrea metropolitana representen entre el 80 i el 90% del conjunt del sistema català, en funció del paràmetre que es consideri.

Entre les conclusions de Testar, Parellada i Nieva (2015) cal ressaltar que Barcelona i la seva àrea metropolitana han desenvolupat un ecosistema de la innovació que s'ha desenvolupat de manera notable des de començaments de segle i que, tot i la crisi, ha aconseguit consolidar-se. Però que, malgrat això, necessita créixer més en dimensió i sobretot en maduresa per poder augmentar la seva eficiència.

A continuació es presenten els resultats d'un seguit d'indicadors d'investigació (recursos i resultats, en forma de publicacions) i de transferència de tecnologia que o bé permeten comparar internacionalment el posicionament de les universitats barcelonines i catalanes i els seus ens associats, o bé serveixen per posar en relleu la importància de les universitats de l'àrea metropolitana de Barcelona i l'ecosistema vinculat de ciència i tecnologia en el conjunt de Catalunya i Espanya.

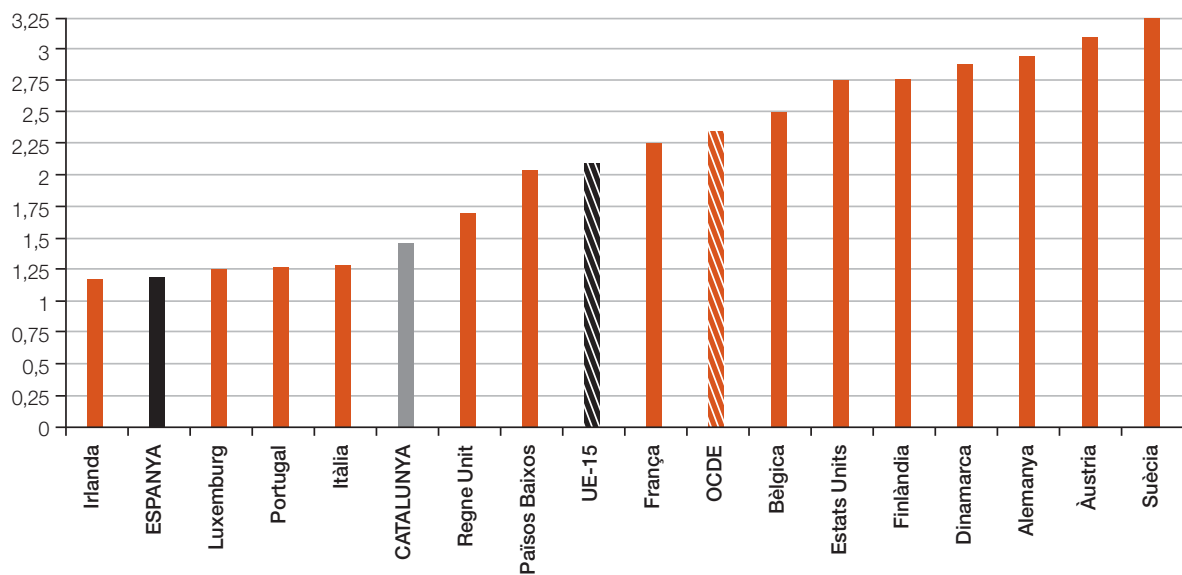
A. Despesa en R+D sobre el PIB

Respecte a aquest primer indicador, en primer lloc cal indicar que l'any 2016 la despesa en R+D sobre el PIB a Catalunya

15 X. Testar; M. Parellada; C. Nieva. (2015). *Estat actual i impacte de l'R+D i la innovació a l'àrea metropolitana de Barcelona*. Consell Econòmic i Social de Barcelona.

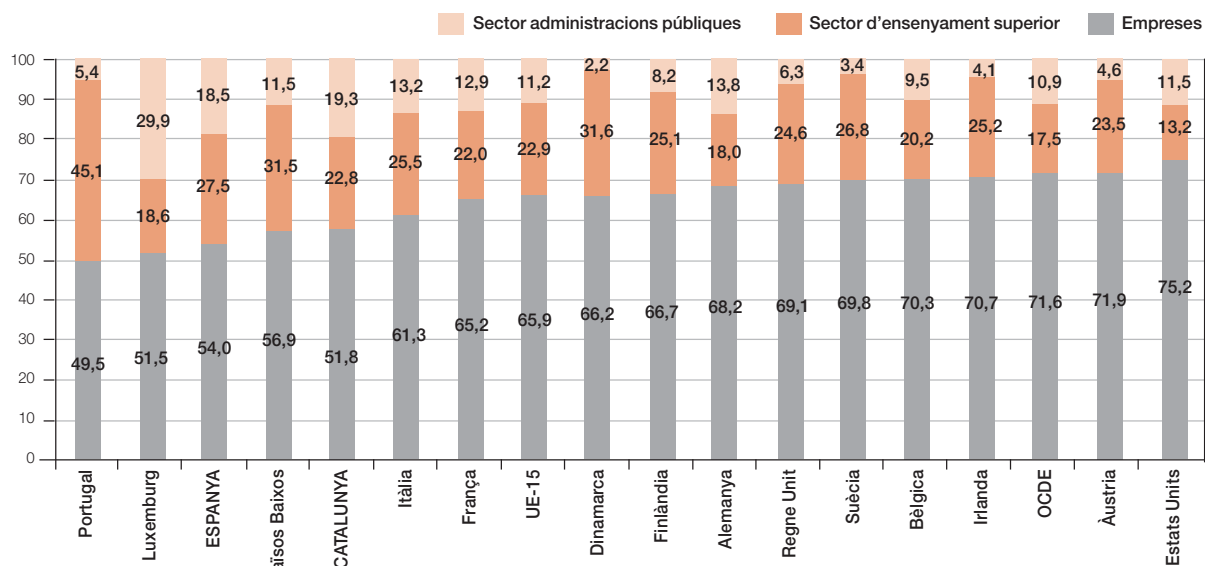
16 Alguns centres i facultats d'aquestes universitats, cal matisar, però, que es troben fora de l'àrea metropolitana de Barcelona, com per exemple els centres a Terrassa o Manresa que té la Politècnica de Catalunya.

Gràfic 1. Despesa en R+D sobre el PIB (%), 2016



Font: OCDE. *Main Science and Technology Indicators*.

Gràfic 2. Percentatge de la despesa en R+D per sectors d'execució



Font: OCDE. Main Science and Technology Indicators.

era de l'1,46%, xifra superior a la del conjunt de l'Estat espanyol (1,19%) i a les Portugal o Itàlia, per exemple, en el context europeu, com es pot observar al gràfic 1, però inferior a la dada de la UE-15 i l'OCDE (2,09 i 2,34%, respectivament) i de la majoria de països europeus. Una segona qüestió destacable és que una reduïda, en comparació internacional, proporció de la despesa en R+D és executada per les empreses a Catalunya: 57,8%, uns quatre punts percentuals per sobre del conjunt espanyol però lluny del 65,9% de la UE-15 i encara més del 71,6% de l'OCDE. En canvi, una comparativament més gran despesa és executada pel sector de l'Administració pública (gràfic 2); si es posa aquesta despesa en relació amb el PIB, Catalunya apareix per sobre de l'OCDE i la UE-15 (0,28% en front del 0,26 i el 0,23%). En el cas de considerar la despesa en R+D de l'ensenyament superior sobre el PIB, la dada assolida per Catalunya el 2016, del 0,33%, també era inferior a la de l'OCDE (0,41%) i la UE-15 (0,48%). En tercer lloc també es pot ressaltar el fet que mentre la despesa en R+D sobre el PIB va continuar augmentant a la UE-15 i a l'OCDE durant la crisi, a Catalunya, igual que a Espanya, va caure a partir del 2010 i encara el 2016 no s'havia recuperat (gràfic 3). Per sectors d'execució, en aquesta darrera dècada ha baixat el pes relatiu de les empreses en el total de la despesa en R+D; també, però menys,

només mig punt, el del sector de l'ensenyament superior i ha pujat clarament el de l'Administració pública. L'evolució ha estat justament l'oposada a la UE-15 i a l'OCDE, com es pot observar a la taula 1.

B. Recursos captats per les universitats públiques catalanes per a la recerca i la innovació

En segon lloc, també es pot posar en relleu que les universitats públiques de l'àrea metropolitana de Barcelona (inclosos els seus instituts de recerca i centres tecnològics associats) van aconseguir captar l'any 2016 una mica més de 295 milions d'euros per a la recerca i la innovació, tant de fons competitiu com de no competitiu, xifra que significa el 86% del total recaptat per les universitats públiques catalanes. A l'entorn del 74% dels fons van provenir de vies competitives de finançament. D'aquests, la gran majoria, el 58%, van tenir com a origen l'Administració de l'Estat i prop d'un 30% addicional van provenir d'Europa. La participació de cada universitat de l'AMB en aquests fons es mostra al gràfic 4, on destaca la Universitat Politècnica de Catalunya en la captació de fons no competitiu i competitiu provinents de les administracions europees, la Pompeu Fabra en els fons competitiu que venen de la Generalitat i la Universitat de Barcelona en els competitiu procedents de l'Administració central. Per altra banda, si es posen

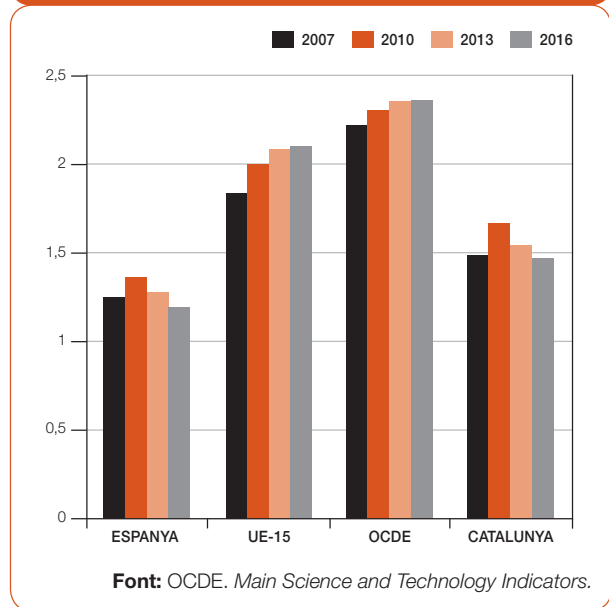
en relació els fons captats amb el personal docent i investigador en equivalència a temps complet (PDI ETC), com s'observa a la taula 2, la Universitat Pompeu Fabra és clarament la que més sobresurt, excepte pel que fa als fons no competitiu, on destaca la Politècnica de Catalunya, amb una mica més de 12.000 euros per cada professor a temps complet.

C. Publicacions, quantitat i qualitat

Quant als resultats de la recerca, s'analitzen les publicacions científiques fetes durant el lustre 2012-2016 per les institucions de recerca, a partir de les dades que es troben a la base de Scopus. En aquest període, un total de 126 institucions espanyoles d'investigació van publicar almenys mil documents. D'elles, hi ha 31 catalanes i 27 pertanyen a l'àrea metropolitana de Barcelona (més d'una de cada cinc espanyoles, doncs). A banda de les universitats trobem 15 institucions de l'àmbit de la salut (14 a l'AMB) i set institucions del sector administració pública. No tan sols la presència relativa d'aquestes institucions barcelonines és important quantitativament sinó que algunes d'elles també queden ben situades en el context internacional, i copen posicions entre les 100-150 primeres del món, en aspectes relacionats amb la qualitat, com ara l'impacte normalitzat de les publicacions (com es pot comprovar a la taula 3, en tots els casos per sobre, amb escreix, de la mitjana mundial),¹⁷ les cites rebudes per document o el percentatge que signifiquen les publicacions d'excel·lència (que pertanyen al 10% de documents que més cites han rebut en el seu camp).

17 De totes les regions espanyoles, de fet, Catalunya és la que registra l'impacte normalitzat més gran de les seves publicacions: 1,62, xifra que implica que assoleix, de mitjana, més d'un 60% més de cites que la mitjana mundial, davant de l'1,32, per exemple, de Madrid. Segueixen a Catalunya, en aquest indicador, Cantàbria (1,54) i les Illes Balears (1,45), sempre considerant el període 2012-2016, i el conjunt de la producció científica de les comunitats autònomes espanyoles (Informe Fundació CYD, 2018).

Gràfic 3. Evolució de la despesa en R+D sobre el PIB (%)



Atenent específicament a les universitats, cal indicar que moltes de les de l'AMB estan molt ben situades en el conjunt de l'Estat espanyol, i ocupen, fins i tot, posicions de lideratge, si prenem el nombre de publicacions realitzades en el darrer lustre respecte al personal docent i investigador a temps complet, o també si s'hi inclouen indicadors sobre la qualitat, com ara l'impacte normalitzat, el percentatge de publicacions en les revistes més importants del seu camp científic o el percentatge de documents d'excel·lència liderats per professors de la universitat (taula 4). En aquest sentit, les publicacions realitzades en el lustre 2012-2016 per les universitats de l'àrea barcelonina representen el 84,5% del total de Catalunya i el 19,1% del total del sistema universitari espanyol (considerant les 61 universitats que van publicar més de cent documents a Scopus durant l'any 2015).

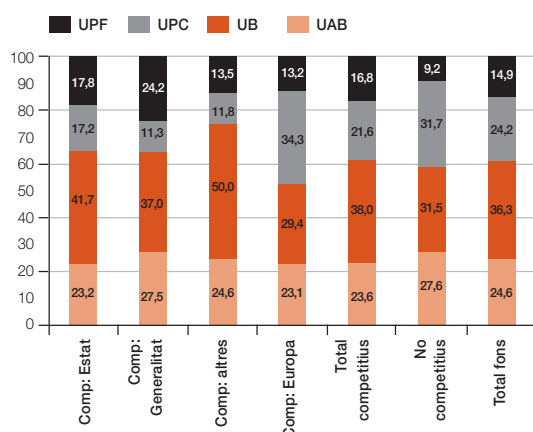
Taula 1. Evolució del percentatge de la despesa en R+D per sectors d'execució

	2007			2016		
	Empreses	Sector d'ensenyament superior	Sector administracions públiques	Empreses	Sector d'ensenyament superior	Sector administracions públiques
ESpanya	56,0	26,4	17,6	54,0	27,5	18,5
UE-15	65,2	22,4	12,5	65,9	22,9	11,2
OCDE	71,4	17,2	11,4	71,6	17,5	10,9
CATALUNYA	63,0	23,3	13,7	57,8	22,8	19,3

Font: OCDE. Main Science and Technology Indicators.

Gràfic 4. Recursos captats per les universitats públiques de l'AMB per a recerca i innovació, segons tipus de fons (en % del total), 2016

	UAB	UB	UPC	UPF
Comp: Estat	23,2	41,7	17,2	17,8
Comp: Generalitat	27,5	37,0	11,3	24,2
Comp: altres	24,6	50,0	11,8	13,5
Comp: Europa	23,1	29,4	34,3	13,2
Total competitiu	23,6	38,0	21,6	16,8
No competitiu	27,6	31,5	31,7	9,2
Total fons	24,6	36,3	24,2	14,9



Font: Uneix. Secretaria d'Universitats i Recerca. Departament d'Empresa i Coneixement.

Taula 2. Recursos captats per les universitats públiques de l'AMB per a recerca i innovació, segons el tipus de fons, dividit entre el PDI ETC, 2016 en euros

	UAB	UB	UPC	UPF
Comp: Estat	13.640	16.747	11.187	33.021
Comp: Generalitat	2.332	2.143	1.062	6.467
Comp: altres	947	1.318	505	1.644
Comp: Europa	6.938	6.060	11.449	12.526
Total competitiu	23.857	26.268	24.203	53.657
No competitiu	9.705	7.567	12.332	10.206
Total fons	33.562	33.834	36.535	63.864

Font: Uneix. Secretaria d'Universitats i Recerca. Departament d'Empresa i Coneixement.

Taula 3. Institucions catalanes de recerca en el rànquing mundial d'institucions d'investigació, 2012-2016

33	2,98	Institut de Física d'Altes Energies	Adm. pública
42	2,83	Centre de Regulació Genòmica	Salut
55	2,71	Institut de Salut Global de Barcelona	Salut
116	2,36	Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats	Adm. pública
132	2,32	Hospital Universitari Vall d'Hebron	Salut
142	2,29	Institut Català d'Oncologia, Hospitalet de Llobregat	Salut
145	2,29	Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer	Salut
157	2,27	Hospital Clínic i Provincial de Barcelona	Salut
181	2,21	Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques	Salut
210	2,16	Hospital de la Santa Creu i Sant Pau	Salut
264	2,04	Institut d'Estudis Espacials de Catalunya	Adm. pública
303	1,99	Barcelona Supercomputing Center	Adm. pública
374	1,89	Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya	Adm. pública
378	1,89	Hospital del Mar	Salut
403	1,86	Institut d'Investigació Biomèdica de Bellvitge	Salut
410	1,85	Institut de Ciències Fotòniques	Adm. pública
473	1,80	Universitat Pompeu Fabra	Ed. Superior
512	1,78	Hospital Universitari de Bellvitge	Salut
566	1,73	Hospital Universitari Germans Trias i Pujol	Salut
707	1,63	Institut de Recerca Biomèdica Barcelona	Salut
819	1,56	Universitat de Barcelona	Ed. Superior
852	1,54	Universitat Autònoma de Barcelona	Ed. Superior
933	1,50	Universitat Rovira i Virgili	Ed. Superior
995	1,47	Institut d'Investigació i Innovació Parc Taulí	Salut
1.047	1,43	Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries Barcelona	Adm. pública
1.179	1,37	Universitat Oberta de Catalunya	Ed. Superior
1.333	1,29	Universitat de Lleida	Ed. Superior
1.326	1,29	Universitat Politècnica de Catalunya	Ed. Superior
1.350	1,28	Universitat de Girona	Ed. Superior
1.482	1,22	Hospital de Sant Joan de Déu d'Esplugues de Llobregat	Salut
1.498	1,21	Universitat Ramon Llull	Ed. Superior

Nota: institucions que han publicat més de mil documents durant del període del 2012 al 2016.

Font: Scimago Institutions Rankings a partir de la base de dades Scopus. Informació extreta de la Fundació CYD (2018).

Taula 4. Universitats de l'AMB, publicacions 2012-2016

	s/PDI ETC, Curs 2016-17	Posició entre 61 universitats espanyoles	Impacte normalitzat	Posició entre 61 universitats espanyoles	% producció el T1	Posició entre 61 universitats espanyoles	% excel·lència amb lideratge	Posició entre 61 universitats espanyoles
Universitat Autònoma de Barcelona	10,11	2	1,57	3	59,37	7	7,67	15
Universitat de Barcelona	8,14	3	1,60	2	63,78	1	7,50	18
<i>Universitat Internacional de Catalunya</i>	3,92	38	1,23	22	52,10	26	5,73	45
<i>Universitat Oberta de Catalunya</i>	4,96	21	1,49	6	29,24	58	8,28	8
Universitat Politècnica de Catalunya	7,79	5	1,29	13	42,55	49	8,09	11
Universitat Pompeu Fabra	10,79	1	1,82	1	61,66	3	10,12	2
<i>Universitat Ramon Llull</i>	2,37	54	1,25	21	51,21	27	6,19	39

Nota: universitats amb més de cent documents a Scopus el 2015. Dades del 2016, provisionals. En cursiva les universitats privades i no presencials. % producció el T1 es refereix a les publicacions que es troben en el 25% de les revistes més importants del seu camp, per impacte. El % d'excel·lència amb lideratge es refereix a publicacions liderades per professors de la universitat i que es troben dins del 10% de documents que més cites han rebut en el seu camp.

Font: Scimago Institutions Rankings a partir de la base de dades Scopus i Estadística de personal de les universitats. Sistema Integrat d'Informació Universitària (SIU), Ministeri d'Educació, Cultura i Esport. Informació extreta de la Fundació CYD (2018).

Tal com assenyala l'ACUP (2017a)¹⁸ cal posar en valor l'eficiència del sistema de recerca català, en el sentit que té un alt impacte normalitzat malgrat que la despesa en R+D sobre el PIB del sector d'ensenyament superior (sumant-hi, fins i tot, el sector d'administració pública) està clarament per sota de la mitjana dels països més avançats de l'entorn (UE-15) o de l'OCDE.

D. Sol·licitud de patents

En l'àmbit de la transferència de tecnologia, en primer lloc, cal esmentar l'indicador de sol·licitud de patents. En la darrera dècada, a l'entorn del 15% de les patents nacionals sol·licitades a l'OEPM (Oficina Espanyola de Patents i Marques) han tingut com a origen la província de Barcelona.¹⁹ Dins de l'Estat espanyol, només Madrid supera Barcelona, amb el 20%. En el cas de les patents PCT²⁰ presentades a l'OEPM, el pes relatiu de la província de Barcelona la darrera dècada és lleugerament superior, del 16%, segona darrere de Madrid (24%, en aquest cas). De les sol·licituds de patents nacionals i PCT registrades la darrera dècada a l'OEPM, aproximadament un 9-12% de Catalunya i un 14-17% d'Espanya van ser sol·licituds efectuades per les universitats.

¹⁸ ACUP (2017a). *Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes. Informe 2016*.

¹⁹ El domicili de residència del primer sol·licitant és a la província de Barcelona.

²⁰ Les patents PCT (Patent Cooperation Treaty) permeten garantir la protecció internacional de les invencions.

També en relació amb aquest indicador, les universitats barcelonines queden ben situades en el context del sistema universitari espanyol, tot i que la seva posició comparativa no seria tan bona com la que s'observava per a les publicacions científiques, amb l'excepció de la Universitat Politècnica de Catalunya, posicionada entre les tres primeres universitats espanyoles (líder, en concret, en el cas de les sol·licituds d'extensions internacionals de patents per professor) davant el –també meritori– cinquè lloc en el cas de les publicacions per PDI ETC. Les sol·licituds de patents nacionals efectuades en el període 2006-2016 per les universitats de l'AMB representen el 87,4% de les del sistema universitari català i el 10,6% del total de les realitzades pel conjunt de les universitats espanyoles amb dades. Els percentatges respectius en el cas de les patents PCT serien del 85,1 i de l'11,7%.

E. Spin-offs i ingressos per activitats de transferència de coneixement

Continuant en l'àmbit de la transferència de tecnologia altres indicadors de referència serien el de les *spin-offs* i el dels ingressos per activitats de transferència de coneixement. Segons l'ACUP (2017a), l'any 2015 hi havia actives a tot Catalunya 113 *spin-offs* universitàries (empreses de base tecnològica derivades de la universitat). De les universitats de l'àrea metropolitana de Barcelona n'hi havia 89, això és, el 78,8% de totes les *spin-offs* actives de Catalunya. Per universitats individuals cal destacar la Politècnica de Catalunya, amb una mica més de la meitat d'aquestes empreses actives a l'àrea barcelonina (46 *spin-offs*), seguida de la Universitat de Barcelona, amb 21, i l'Autònoma de

Barcelona, amb 14 (aproximadament les mateixes, cal dir, en l'àmbit català, que la universitat tarragonina Rovira i Virgili, amb 15). La resta de les *spin-offs* actives l'any 2015 a l'AMB corresponien a la Universitat Pompeu Fabra (7) i l'Oberta de Catalunya (1). Tot i que, com indica Testar, Parellada i Nieva (2015) aquestes empreses sorgides de les universitats (i també les derivades dels grups de recerca) han observat un creixement limitat, amb poques excepcions. Això seria indicatiu que aquestes *spin-offs* es creen en el marc d'un ecosistema de la innovació que encara no està prou madur. Uns dels limitadors, en aquest sentit, seria el del capital de risc, que representa un 0,03% del PIB de Catalunya, molt lluny del 0,17% que suposa als Estats Units.

Seguint l'ACUP (2017a), es pot destacar també el fet, en aquest àmbit, que les universitats catalanes van generar el 2014 el 24% del total d'ingressos per activitats de transferència de coneixement corresponent al conjunt del sistema universitari espanyol, tot i que aquests imports són limitats. Així, més en concret, per conceptes, van generar el 19,3% de l'import de contractació d'R+D+I (equivalent a uns 63 milions d'euros), el 36% de l'import de projectes de finançament públic de col·laboració amb empreses (i 42,5 milions d'euros) i aproximadament la quarta part dels ingressos per llicències (equivalent a tan sols 0,75 milions d'euros).

6. A mode de conclusió

L'ecosistema de l'aglomeració metropolitana de Barcelona gaudeix d'un paper rellevant en el conjunt de l'economia espanyola i, en alguns aspectes, determinats indicadors –singularment la quantitat i qualitat de les publicacions científiques– ens mostren un posicionament internacional destacable. A més, tot i l'impacte de la crisi, l'enfortiment de l'ecosistema, en especial en algunes activitats, singularment les biotecnològiques, ha estat notable, i ha augmentat la presència de serveis associats entre els quals destaquen els fons de capital risc nacionals i internacionals. Tot sembla indicar que s'estan creant les bases perquè la regió metropolitana de Barcelona pugui disposar de les característiques dels ecosistemes que constitueixen els *hubs* de la innovació. Per assolir-ho cal esmerçar els recursos necessaris i fer-ho amb l'objectiu de fer de l'ecosistema de Barcelona un entorn capaç de competir a escala mundial, que és on desenvolupen la seva activitat aquests ecosistemes. Una decisió clara i compartida cap a aquest objectiu per part de les administracions públiques responsables amatent, també, a desplegar els pactes socials imprescindibles ha de ser el camí per assolir aquest objectiu. ■