

Els Opuscles del CREI

num. **23**

setembre 2009

Complementarietats en les estratègies d'innovació i el vincle amb la ciència

Bruno Cassiman



CREI 

Centre de Recerca
en Economia Internacional

El Centre de Recerca en Economia Internacional (CREI) és una institució de recerca constituïda com a consorci integrat per la Universitat Pompeu Fabra i la Generalitat de Catalunya. La seva seu és al campus de la Universitat Pompeu Fabra, a Barcelona.

L'objectiu del CREI és promoure la recerca en economia internacional i macroeconomia amb els estàndards acadèmics més alts.

Els Opuscles del Crei volen ser els instruments de difusió de la recerca del CREI en l'àmbit no acadèmic. Cada *Opuscle* recull, per a un públic general, les conclusions i observacions de treballs publicats, o en vies de publicació, a les revistes especialitzades. En el respecte a la llibertat intel·lectual, es fa constar que les opinions expressades en *Els Opuscles del CREI* són responsabilitat dels seus autors.

Consell editorial

Antonio Ciccone (editor)
Jordi Galí
Teresa Garcia-Milà
Andreu Mas-Colell

Editat per: CREI
Universitat Pompeu Fabra
Ramon Trias Fargas, 25-27 08005 Barcelona
Tel. 93 542 13 88

© CREI, 2009

© d'aquesta edició: Bruno Cassiman

Traducció de l'anglès i del castellà: Tomás Lejarraga i Montse Martí
Disseny: Fons Gràfic
Impressió: Masanas Gràfiques

ISSN: 1137 - 7828

Dipòsit legal: B-35.824-2009

Complementarietats en les estratègies d'innovació i el vincle amb la ciència

Bruno Cassiman (*)

1. Introducció

Un estudi publicat recentment per Booz Allen Hamilton –una reconeguda empresa de consultoria– sobre les 1000 empreses de cotització pública amb major despesa en investigació i desenvolupament del món (Global Innovation 1000), afirma que no existeix una relació clara entre la despesa en I+D i els principals indicadors d'èxit econòmic o empresarial, com són el creixement o la rendibilitat (Jaruzelski, Dehoff i Bordia, 2005). Aquests resultats poden semblar escandalosos a la vista de l'abundant evidència econòmica que relaciona la despesa en I+D amb el creixement econòmic.

En aquest opuscle intentarem reconciliar l'evidència macroeconòmica que exposa que l'I+D (bàsic) millora el rendiment econòmic i els resultats obtinguts en els estudis realitzats a nivell microeconòmic. La literatura macroeconòmica proposa que la relació entre I+D i creixement econòmic es basa, en part, en l'efecte dels excedents o *spillovers* –fluxos de coneixement entre actors econòmics, en què l'emissor no és compensat pel receptor– cosa que alimenta els models de creixement endogen. Creiem que, perquè l'I+D es transformi en creixement, les empreses haurien de realitzar

altres activitats (complementàries) per accedir de forma efectiva i capturar aquests *spillovers* a nivell individual. Per exemple, a banda de realitzar despeses en I+D, les empreses haurien de cooperar amb els seus clients per comprendre millor les seves necessitats, col·laborar amb proveïdors per millorar les aportacions; complementar-ne els propis coneixements externalitzant part de l'I+D a organitzacions especialitzades o obtenir llicències per cobrir part del seu dèficit tecnològic. Les empreses amb més èxit en innovació, i.e. empreses que han aconseguit desenvolupar processos d'innovació de més èxit, són les més actives en aquestes dimensions. Procter & Gamble, per exemple, ha desenvolupat totes aquestes activitats després del llançament del seu programa Connect & Develop (Connectar i Desenvolupar). El seu objectiu és generar un 50% de nous productes-idees des de fora de l'empresa per mitjà d'aquestes iniciatives. Per això, en comptes d'enfocar-nos en una única mesura d'I+D, hauríem de considerar una combinació d'indicadors per avaluar el procés d'innovació a nivell microeconòmic i poder relacionar-lo amb l'èxit de la innovació.

Lentament, les empreses es van adonant que la innovació d'èxit –aplicació i comercialització de noves idees– i l'I+D no són equivalents. Assignar diners a I+D no sembla generar els resultats esperats a causa de la rendibilitat marginal decreixent sobre l'I+D –les inversions addicionals en I+D conduiran a projectes menys rendibles o més arriscats. Possiblement, la reducció de despesa en I+D i l'increment en l'esforç dirigit a activitats alternatives d'innovació millorarien dràsticament els resultats de la innovació. En efecte, Procter & Gamble diu haver reduït la seva intensitat d'I+D (I+D com a percentatge de vendes) i haver incrementat el resultat de la seva innovació a través del seu programa Connect & Develop. No obstant això, hi ha proves (que transcendeixin aquest cas particular) que tal reassignació de la despesa

en I+D en diverses activitats d'innovació pugui millorar els resultats? Quines són les alternatives rellevants que caldria considerar? I encara més important, de quina manera aquestes activitats alternatives afecten el rendiment de la innovació? Moltes d'aquestes preguntes continuen sent fortament debatudes. En aquest opuscle discutirem els nostres resultats recents sobre la relació de les activitats d'innovació i els resultats de la innovació a nivell d'empresa, i aprofundirem en els principals factors determinants d'aquesta relació. Com demostrarem més endavant, diferents activitats d'innovació són, en efecte, complementàries, i es reforcen unes a altres dins el procés innovador. Això implica que les diferents activitats d'innovació necessiten ser combinades i ordenades perquè el rendiment es vegi afectat positivament. A més, sostenim que l'I+D bàsic i una relació activa amb la ciència milloren l'habilitat de l'empresa per explotar els efectes de les complementaritats entre activitats d'innovació.

En les properes seccions construirem gradualment els nostres arguments començant per la relació entre innovació i creixement a nivell macroeconòmic. Seguidament, discutirem la literatura recent sobre innovació i rendiment empresarial abans d'enfocar-nos en una anàlisi més profunda dels factors determinants de la innovació a nivell d'empresa. Conclourem proposant polítiques d'innovació derivades de l'anàlisi a nivell d'empresa.

2. La innovació i el creixement: una visió general

Actualment, la literatura econòmica reconeix àmpliament que l'I+D i la innovació són importants motors de creixement i de benestar. L'habilitat d'una economia per explotar noves tecnologies i adaptar-se ràpidament a canvis en l'entorn tecno-

lògic es considera essencial per millorar la qualitat de vida i prosperitat. La literatura de creixement endogen (Romer, 1990) sosté que els esforços dirigits a la innovació amb objectiu comercial són el principal motor del progrés tecnològic i el creixement de la productivitat.

Segons el treball seminal de Zvi Griliches, un gran nombre d'estudis empírics a nivell d'empresa, sectorial i agregat, han confirmat l'impacte positiu de l'activitat d'I+D sobre el valor afegit i el creixement de la productivitat (Griliches, 1998). En alguns països, la rendibilitat mitjana de la inversió en I+D és més del doble que la rendibilitat de la inversió en equips productius. La rendibilitat social és encara major: els *spillovers* de coneixement entre diferents actors de l'economia poden duplicar la taxa de rendibilitat social. Malgrat que aquests *spillovers* són un important motor del creixement econòmic, la literatura econòmica ha defensat que el seu caràcter de bé públic té implicacions complexes sobre les activitats d'I+D i innovació de les empreses. Atès que les empreses no són capaces d'extraure beneficis d'aquests *spillovers* de coneixement generats per les seves pròpies inversions en I+D, acostumen a subinvertir en I+D vist des d'una perspectiva de benestar social. Les polítiques d'innovació intenten corregir aquesta subinversió tancant oportunitats per obtenir major rendibilitat de l'I+D mitjançant rendes monopolístiques promogudes pel sistema de patents, o bé subsidiant l'I+D mitjançant beneficis fiscals, beques o inversió pública directa per a investigació. Tot i així, el rendiment de l'economia en termes d'innovació i productivitat no és una conseqüència directa de la inversió pública i privada en actius tangibles i intangibles del sistema. El rendiment innovador d'una economia està fortament influenciat pel caràcter i intensitat de les relacions entre elements del sistema, tal i com sosté la literatura en "Sistemes d'Innovació Nacionals" (National Innovation Systems) (Nelson,

1993). Segons aquesta visió, el desenvolupament de la innovació i la tecnologia depenen, de forma creixent, de l'habilitat d'utilitzar els nous coneixements generats fora de l'economia i combinar-los amb els coneixements disponibles en l'economia. La capacitat d'absorbir nous coneixements, transferir-los i difondre'ls, i l'habilitat d'aprendre de les interaccions, són elements crucials per a l'èxit de la innovació a nivell agregat. Aquestes interaccions promouen el progrés i, a la vegada, generen *spillovers* de coneixement que influeixen positivament el creixement econòmic, tal i com sosté la literatura de teoria del creixement endogen i com s'observa en l'evidència empírica. Basat en la visió de "Sistemes d'Innovació Nacionals", el model de la "Triple Hèlix", que va ser reconegut en la literatura de gestió de la tecnologia a la segona meitat de la dècada dels noranta (Etzkowitz i Leydesdorff, 2000), suggereix una relació entre indústria, acadèmia i govern, i el seu paper en la generació de transferència i ús de coneixements en un sistema d'innovació nacional o global. Una de les principals explicacions pel retard de la UE davant dels EUA quant al rendiment innovador és precisament la manca de connexions entre acadèmia i indústria en el sistema d'innovació europeu.

Per tant, tal i com formulen els models teòrics de creixement endogen i com suggereix la visió de sistemes d'innovació, les empreses solament prosperaran en innovació si són capaces d'aprofitar els fluxos de coneixements existents dins l'economia, relacionant el rendiment individual amb el rendiment agregat de l'economia. Per això, és probable que s'observi empíricament una alta correlació entre l'I+D a nivell agregat i el rendiment de la innovació de l'economia, ja que l'I+D i les relacions en el sistema d'innovació són factors complementaris. No obstant, a nivell d'empreses individuals, es manté la incògnita de com la despesa en I+D es relaciona amb aquestes altres activitats d'aprofitament de fluxos de coneixement. Si diferents activi-

tats d'innovació són, en efecte, complementàries, les empreses amb despeses en I+D que no estan lligades als seus sistemes d'innovació nacional, no es beneficiaran d'aquests fluxos externs de coneixement en l'economia i no és probable, per tant, que tinguin èxit en els seus processos d'innovació. Per això, és probable que la investigació empírica trobi una major variació en els resultats innovadors a nivell d'empresa que la que s'aconsegueix a nivell agregat en economia.

3. Les estratègies i activitats d'innovació de les empreses

És necessari entendre més profundament el procés d'innovació a nivell micro per poder fomentar la innovació a nivell d'empresa i desenvolupar les mesures polítiques correctes a nivell agregat. Què en sabem de la relació entre l'organització del procés innovador i els resultats de la innovació? A continuació començarem per descriure l'estratègia d'innovació d'empreses actives i desenvoluparem una hipòtesi per explicar per què creiem que alguns tipus d'estratègies són millors que d'altres.

Actualment, fins i tot les organitzacions més grans i autosuficients necessiten coneixements de fora de les seves fronteres. Per accedir a fonts alternatives de coneixement, l'*estratègia d'innovació* de l'empresa combinarà diferents *activitats d'innovació*. A més de realitzar la seva pròpia investigació, les empreses solen comprar i vendre coneixements en el mercat i cooperar activament en I+D amb proveïdors, clients, competidors i centres d'investigació. No obstant, les fonts externes de coneixement i els *spillovers* no s'adapten automàticament al procés innovador de l'empresa. Per tant, una important tasca de la gestió de la innovació és integrar òptimament els coneixements

externs al procés d'innovació de l'empresa. Desafortunadament, moltes empreses que intenten innovar fracassen i moltes polítiques en el camp de la innovació no generen els efectes desitjats a causa de l'escàs coneixement del procés d'innovació empresarial a nivell micro.

Mentre que existeix una àmplia cobertura teòrica i empírica dels determinants de l'I+D (intern) d'empreses i d'indústries, el camp de la investigació desatén l'elecció entre diferents *activitats d'innovació* i les seves combinacions, cosa que forma l'*estratègia d'innovació* de l'empresa. Per mitjà d'una mostra d'empreses actives en innovació de l'Enquesta de la Comunitat de la Innovació (Community Innovation Survey) a Bèlgica,¹ la Taula 1 mostra que les empreses tendeixen a usar diferents activitats d'innovació. No sorprèn que la majoria de les empreses actives tenen activitats d'I+D pròpies (79%). Encara més interessant, moltes d'aquestes empreses actives en innovació (76%) desenvolupen algun tipus d'adquisició de coneixements externs. Les activitats externes poden ser la compra de llicències (28%), contractació externa d'I+D (36%), adquisició de (part d') una empresa (16%) o contractació de personal extern amb els coneixements necessaris (53%).

4. Combinació d'activitats d'innovació

Mentre que la majoria de les empreses actives en innovació haurien de realitzar algun tipus d'aquestes activitats, no està tan clar que les empreses *combinin* o *hagin de combinar* diferents activitats d'innovació. La major part de la literatura existent sobre l'elecció d'activitats d'innovació està enfocada en l'elecció entre fonts externes i fonts internes de coneixement com si fossin activitats substituïdes de la innovació, i.e. la decisió clàssi-

Taula 1 Activitats d'innovació d'empreses belgues del sector manufacturer

	Descripció de la variable	Nombre d'empreses sense valors nuls N = 522
FER	Empreses innovadores que tenen les seves pròpies activitats d'innovació i que tenen un pressupost d'I+D positiu.	413 (79%)
COMPRAR	Empreses innovadores que compren tecnologia a través de, com a mínim, un dels següents serveis externs: llicències o contractació d'I+D/consultoria d'I+D i/o compra de (part d') una empresa o contractació de personal extern.	396 (76%)
<i>Compra de llicència</i>	Empreses innovadores que adquireixen tecnologia a través de la compra de llicències.	145 (28%)
<i>Contractació d'I+D</i>	Empreses innovadores que adquireixen tecnologia a través de la contractació d'I+D.	190 (36%)
<i>Compra d'empresa</i>	Empreses innovadores que adquireixen tecnologia a través de la compra de (part d') una empresa.	83 (16%)
<i>Contractació externa de personal</i>	Empreses innovadores que adquireixen tecnologia a través de la contractació externa de personal.	277 (53%)
<p>Un total de 1669 empreses van respondre al Belgian Community Innovation Survey 2004, 793 empreses del total participaren activament en innovació, 522 empreses sense valors nuls. Font: basat en Cassiman i Veugelers (2006), amb dades de CIS4</p>		

ca de “fer” o “comprar” aplicada a la innovació. Aquesta literatura emfatitza la relació substitutiva entre aquestes opcions. D'una banda, les fonts externes tenen l'avantatge d'explotar coneixements existents que a vegades són més especialitzats. Això comporta estalvis de temps i de costos d'innovació, ja que existeixen economies d'escala per part del proveïdor de coneixements d'I+D. D'altra banda, l'externalització de tecnologia pot generar costos de transacció alts: *ex ante*, costos de recerca i negociació per localitzar, descriure i contractar la font externa; i *ex post*, per executar i complir el contracte. La naturalesa típicament incerta i complexa dels projectes d'I+D augmenta aquests problemes. Per aquestes raons, l'obtenció de fonts externes de coneixement solen ser més probables per a I+D genèrics, no-específics, i que permetin obtenir els avantatges de l'especialització i l'escala, com són les feines rutinàries d'investigació com ara els assaigs de materials. Tanmateix, l'obtenció de coneixements externs és més probable quan aquests coneixements són fàcils de protegir amb patents o altres instruments legals, com en els casos de la indústria farmacèutica i química, on els coneixements es poden comercialitzar fàcilment quan estan protegits.

En comptes de discutir sobre fer o comprar o cooperar com a opcions substitutives a l'adquisició de coneixements, existeix la possibilitat de combinar coneixements interns i externs com activitats d'innovació complementàries. Malgrat que una activitat pot substituir-ne una altra, com s'ha descrit anteriorment, la combinació de fonts internes i externes genera un àmbit ampli i propici per a les complementarietats. Les activitats d'innovació en què s'obtenen coneixements externs serveixen com a tentacles per accedir i capturar coneixements, idees i *spillovers* externs. Al mateix temps, l'I+D intern –a més de ser una alternativa a generar coneixements interns– és un requisit per integrar les fonts externes en el procés innovador.

Cohen i Levinthal (1989) definiren aquesta funció com la “capacitat d’absorció” (*absorptive capacity*) de l’empresa, que promou la rendibilitat de les activitats d’innovació externes. Per exemple, estudis de casos en la indústria farmacèutica mostren que la investigació interna augmenta l’habilitat de les empreses per aprofitar la ciència “pública”.

Tot i que el moviment d’“innovació oberta” (Chesbrough, 2003) ha donat suport recentment a la necessitat de les empreses de posar major pes a les fonts externes de coneixement, aquest fenomen no és recent. En la dècada dels setanta, l’estudi de Sappho identificava l’ús eficient del *know-how* extern en el procés d’innovació com una característica distintiva de les empreses innovadores d’èxit (Rothwell *et al.* 1974). En l’estudi dels factors més importants en l’èxit de 40 innovacions, els autors van trobar que les fonts externes d’experiència tècnica combinades amb la investigació bàsica interna, que facilita aquesta interacció, eren crucials per explicar l’èxit de la innovació. En la línia d’aquests resultats, les empreses del Regne Unit que desenvolupaven investigació interna en els primers anys del segle XX foren les que utilitzaren un major nombre d’associacions d’investigació cooperativa després de la Primera Guerra Mundial al Regne Unit. Aquestes associacions intentaven assistir les empreses en aspectes tècnics. Els legisladors esperaven que les empreses sense capacitat d’investigació interna poguessin aprofitar-se d’aquestes associacions. Tanmateix, aquestes associacions d’investigació van servir com una important font complementària d’informació científica i tècnica per a empreses que ja realitzaven el seu propi I+D de forma interna. Existeix evidència addicional d’aquesta aparent relació complementària entre fonts internes i externes de coneixement a través de fluxos de pagament per a llicències tecnològiques. L’anàlisi dels fluxos de pagaments per a llicències tecnològiques suggereix que els fluxos existeixen principalment des d’empreses que

realitzen I+D intern (i no des d’empreses que els manca I+D intern) cap a empreses que tenen forts programes d’I+D interns. Amb tot, aquesta evidència més qualitativa sembla indicar l’existència d’una forta relació complementària entre el desenvolupament de coneixements interns i l’adquisició de coneixements externs.

Cassiman i Veugelers (2006) presenten el primer article que examina acuradament la complementaritat entre les diferents activitats en l’estratègia d’innovació de l’empresa. Mentre que la Taula 1 mostrava que les empreses tendeixen a usar una varietat d’activitats d’innovació, la primera columna de la Taula 2 va un pas més enllà i demostra que la major part de les empreses actives (el 63% de la mostra) combina fonts internes amb estratègies externes d’adquisició de coneixements. A continuació, considerem l’efecte de diferents combinacions d’activitats sobre el rendiment de la innovació –el percentatge de vendes que deriva de nous productes o productes substancialment millorats que van ser introduïts en els últims dos anys. Utilitzant dades de la Community Innovation Survey sobre empreses manufactureres de Bèlgica, demostrem en la segona columna de la Taula 2 que les empreses que desenvolupen I+D intern simultàniament amb I+D extern (Fer&Comprar) tenen millors resultats que altres empreses: amb 11,9% de les vendes derivades de nous productes o productes substancialment millorats introduïts en els últims dos anys. Aquest resultat és favorable si es compara amb el cas en què les empreses no realitzen I+D intern ni extern (NoFer&NoComprar), però són capaces de generar el 2,1% de les vendes de nous productes o productes substancialment millorats. Aquestes empreses inverteixen típicament en nous equips que aporten millores tecnològiques que permeten generar nous productes o productes substancialment millorats. És interessant observar que les empreses amb activitats d’I+D intern (FerSolament) no tenen uns resultats molt

diferents, ja que aquestes mostren un 6,5% de les vendes derivades de nous productes. Finalment, les empreses que adquireixen coneixements d'activitats externes (ComprarSolament) sembla que es perjudiquen en termes de generació de vendes derivades de nous productes, amb només el 5,0% de les vendes derivades de nous productes.

Tanmateix, la complementarietat entre activitats d'innovació suggereix un efecte incremental de les diferents activitats sobre el rendiment de la innovació. La millora incremental dels resultats innovadors de les empreses que realitzen solament I+D intern, i.e. sense adquirir coneixements externament (que passen del 2,1% al 6,5%, una diferència que no és estadísticament significativa), és menor que el rendiment incremental per una empresa que realitza adquisició externa de coneixements i passa a realitzar totes dues activitats (del 5,0% a l'11,9%). Aquest resultat és consistent amb la complementarietat entre I+D intern i l'adquisició d'I+D extern, i implica que una empresa que adquireix I+D extern hauria de tenir forts interessos per realitzar el seu propi I+D intern i millorar-ne la producció des del procés d'innovació. En un acurat estudi economètric –i que controla molts efectes a nivell d'empresa i d'indústria– Cassiman i Veugelers (2006) confirmen aquests resultats.²

Per què les activitats d'innovació poden ser complementàries en l'estratègia de l'empresa? Primer, tal i com argumenten Arora i Gambardella (1994), l'I+D intern permet a l'empresa avaluar l'ambient i revisar les diferents opcions tecnològiques amb un millor enteniment de la tecnologia i del coneixement bàsic. Això, a la vegada, millora els resultats de la innovació combinant activitats d'innovació, ja que permet accedir i desenvolupar millor tecnologia. Segon, com mencionàvem anteriorment, la tecnologia externa s'integra més fàcilment al procés d'innovació a causa de la capacitat d'absorció que presenten les activitats d'I+D

Taula 2
Freqüència d'estratègies d'innovació i resultats de la innovació per estratègia d'innovació

	<i>Freqüència d'estratègies d'innovació</i>	<i>% de vendes de nous productes</i>
<i>NoFer&NoComprar</i>	39 (7%)	2,1%
<i>FerSolament</i>	87 (17%)	6,5%
<i>ComprarSolament</i>	70 (13%)	5,0%
<i>Fer&Comprar</i>	326 (63%)	11,9%
TOTAL	522 (100%)	9,4%

Les categories són excloents. La mostra (N=522) tan sols inclou empreses que reportaren valors per cada una de les variables utilitzades en l'estudi.
Font: basat en Cassiman i Veugelers (2006), amb dades de CIS4

intern (Cohen i Levinthal, 1989). Moltes empreses realitzen aquest tipus de “turisme d'investigació”, però les que compten amb les seves pròpies operacions d'I+D són millors per capitalitzar els coneixements externs disponibles i els seus *spillovers*. Finalment, la tecnologia externa millora l'eficiència de les activitats internes d'I+D, perquè els coneixements complementaris fora dels límits de l'empresa ja existeixen i transferir aquest coneixement és menys costós que desenvolupar-lo des de zero. Per exemple, moltes empreses com Eli Lilly, Boeing, Dupont o Procter & Gamble realitzen consultes tecnològiques a través d'Innocentive, un domini d'internet amb accés a més de 75.000 científics de tot el món. Aquests científics externs poden proposar solucions a consultes específiques i ser-ne premiats. No obstant, sense capacitats d'I+D intern, aquestes empreses tindrien dificultats per realitzar consultes, avaluar-les, revisar-les i després integrar-les al seu procés innovador, i per tant per aprofitar efectivament aquesta font de coneixement extern.

5. Les fonts de complementarietat

En la secció prèvia, els estudis empírics semblen confirmar que diferents activitats d'innovació són, en efecte, complementàries. No obstant, la complementarietat en la funció de producció de la innovació pot dependre de decisions estratègiques particulars de les empreses o de característiques específiques de les indústries on operen. En el següent pas, intentarem identificar les característiques de les empreses i indústries que més contribueixen a l'elecció d'activitats d'innovació. Ens centrarem en dos temes particularment rellevants: l'orientació de les empreses en I+D i el règim d'apropiació dominant en la indústria. El primer tema fa referència a la decisió estratègica de l'empresa de realitzar activitats d'investigació de major o menor pes fonamental. Com discutirem en la següent secció, aquesta decisió afectarà directament el procés innovador de l'empresa i el seu resultat. El règim d'apropiació de la indústria és la manera en què les empreses s'apropien dels beneficis derivats de les seves innovacions. En algunes indústries, com la química o la farmacèutica, les patents poden ser efectives. Tanmateix, en la majoria de les indústries, les empreses han de recórrer a d'altres mecanismes per capturar els beneficis de la innovació, com ara mantenir el coneixement en secret, avançar-se a la competència, o bé realitzar innovacions complexes per dificultar la imitació i l'enginyeria inversa.

Un primer resultat clau és que les empreses amb un perfil d'I+D més bàsic tenen major probabilitat de beneficiar-se de les complementarietats entre les activitats d'obtenció de coneixement intern i extern, tal com indiquen les freqüències de Fer&Comprar i el rendiment de la innovació d'aquestes eleccions en la Taula 3.³ La millora en el rendiment de la innovació d'afegir I+D propi quan ja s'està adquirint coneixement extern va

Taula 3
Freqüència d'estratègies d'innovació i èxit empresarial de la innovació en empreses segons el seu grau de relació amb l'I+D bàsic

	Baix grau de relació amb l'I+D bàsic		Alt grau de relació amb l'I+D bàsic	
	Freqüència d'estratègies d'innovació	% de vendes de nous productes	Freqüència d'estratègies d'innovació	% de vendes de nous productes
<i>No Fer&NoComprar</i>	7 (4%)	0,6%	5 (4%)	2,0%
<i>FerSolament</i>	32 (18%)	5,1%	10 (8%)	4,7%
<i>ComprarSolament</i>	18 (10%)	4,2%	9 (7%)	5,6%
<i>Fer&NoComprar</i>	124 (68%)	10,4%	106 (81%)	15,7%
TOTAL	181 (100%)		130 (100%)	

Les categories són excloents. La mostra (N=311) inclou solament les empreses que no van reportar manca de dades en cap de les variables utilitzades en l'anàlisi.
Font: elaboració pròpia basada en Cassiman i Veugelers (2006) i dades de CIS4

del 4,2% al 10,4% per a empreses amb un perfil d'I+D bàsic baix comparat amb els 5,6% al 15,7% per a empreses amb un perfil d'I+D bàsic alt. Així doncs, empreses amb un perfil més bàsic en I+D semblen trobar que aquestes activitats d'innovació diferents són més complementàries. En la següent secció aprofundirem en aquest resultat, ja que, segons creiem, és important a nivell micro i deixa entreveure el mecanisme per mitjà del qual els innovadors d'èxit accedeixen i capturen coneixements externs i *spillovers*.

Un segon resultat clau és que les mesures legals i estratègiques per protegir i permetre l'apropiació dels beneficis de la innovació, i.e. protecció de la propietat intel·lectual, són importants motors de les diferents estratègies d'innovació. La protecció legal suposa protecció per mitjà de patents i drets de reproducció. La protecció estratègica es refereix a la protecció del coneixement per mitjà del secret, la complexitat del procés innovador, la innovació continua, o l'avantatge de temps, i.e. l'avantatge de “moure la fitxa primer”.

La Taula 4 mostra el percentatge d'empreses per indústria que consideren que la protecció legal i estratègica són estratègies molt efectives per l'apropiació dels beneficis de la innovació. En general, és interessant observar que, malgrat ser la mesura més discutida per capturar els beneficis de la innovació, la protecció legal és considerada sistemàticament menys efectiva que la protecció estratègica. No obstant, com era d'esperar, la protecció legal és relativament més efectiva en el sector químic i en concret, en empreses que fan recerca per encàrrec d'altres empreses (serveis de recerca). Encara més interessant és la comparació de la Taula 5, on es mostren diferents combinacions d'estratègies d'innovació (Fer, Comprar) i l'efectivitat de la protecció legal i estratègica de cada una. Clarament, quan tots dos tipus de protecció són alts, és més probable que les empreses estiguin involucrades

Taula 4:
La captura dels beneficis de la innovació

	% d'empreses que consideren el mecanisme de protecció molt efectiu	
	Protecció legal	Protecció estratègica
Química	23%	62%
Enginyeria mecànica & maquinària	23%	67%
Tèxtil & roba	21%	49%
Alimentació & begudes	18%	38%
Fusta & paper	13%	51%
Equipament de transport	8%	56%
Productes de metall	8%	47%
Mobiliari	6%	47%
Serveis de recerca	58%	74%
Venda a l'engròs	22%	40%
Serveis d'informàtica & software	16%	58%
Serveis de negocis	10%	46%
Venda al detall	9%	19%
Serveis de transport	3%	16%
Serveis financers & assegurances	0%	18%
Total	16%	48%
Protecció legal (patents, drets de reproducció i marques), protecció estratègica (secret, complexitat o temps d'avantatge). Elaboració pròpia basada en Veugelers i Cassiman (1998), amb dades de CIS4		

en tots dos tipus d'activitats d'innovació. Per tant, el règim d'apropiació té una relació positiva amb les complementarietats observades entre aquestes activitats d'innovació (Cassiman i Veugelers, 1999

Taula 5
Estratègia d'innovació i apropiació

	% d'empreses que consideren el mecanisme de protecció molt efectiu	
	Protecció legal	Protecció estratègica
<i>NoFer&NoComprar</i>	3%	36%
<i>FerSolament</i>	7%	41%
<i>ComprarSolament</i>	15%	38%
<i>Fer&Comprar</i>	26%	68%

Font: elaboració pròpia basada en Veugelers i Cassiman (1998) amb dades de CIS4

i 2006). Tanmateix, la correlació amb l'estratègia de protecció sembla més pronunciada. Ens ocuparem d'aquest tema més endavant. Quan mantenir la informació en secret és efectiu per protegir la innovació, les activitats d'I+D intern obtenen més importància, ja que les persones externes a l'empresa desconeixen el que ocorre en el seu interior. Però, la combinació de coneixements interns i externs incrementa la complexitat de la innovació, cosa que millora la protecció estratègica. A més, l'adquisició externa de coneixements permet a les empreses moure's més ràpidament i treure avantatge a la competència. Ara bé, sense capacitat interna d'I+D per integrar coneixements interns i externs, és improbable que les empreses puguin construir un avantatge competitiu sostenible basat únicament en coneixements externs, ja que altres empreses poden imitar-les. Per tant, a les indústries on l'apropriació dels beneficis de la innovació depengui principalment de mesures estratègiques, i.e. la majoria d'aquestes es beneficiaran de combinar coneixements interns i externs, ja que el procés innovador serà complex i difícil d'imitar, i permetrà obtenir temps d'avantatge a la competència.⁴

6. La construcció de la complementarietat a través del vincle amb la ciència

En la secció prèvia identifiquem l'orientació d'I+D de l'empresa i els règims d'apropriació que prevalen més com a motors essencials de la complementarietat entre l'adquisició de coneixements interns i externs. Una pregunta interessant és com les empreses poden construir complementarietats per millorar els beneficis del procés d'innovació. Quan les empreses operen en indústries on els beneficis del règim d'apropriació són pràcticament constants en el temps, poden construir i explotar vincles amb la ciència per millorar-ne el rendiment innovador. En aquesta secció final examinem detalladament aquest important camí cap a l'èxit innovador. Començarem per relacionar la ciència amb el creixement a nivell agregat. Seguidament demostrarem que aquests vincles poden materialitzar-se a través de diferents canals. A nivell micro, els efectes dels vincles entre l'empresa i la ciència han estat una incògnita. Després discutirem els efectes d'aquests vincles sobre el rendiment a nivell d'empresa i posteriorment intentarem localitzar els efectes de la ciència dins l'organització.

6.1. Els vincles amb la ciència i el creixement

Molts estudis econòmics han posat de manifest la importància de la *investigació bàsica* per la tecnologia, la innovació i el creixement econòmic (Griliches, 1998). Tanmateix, no existeix un volum coherent d'estudis teòrics que abordin la naturalesa multifacètica entre la ciència i els mercats (Stephan, 1996). En algunes indústries, el vincle entre ciència i tecnologia és explícit i directe. Les indústries de biotecnologia, farmacèutica, química orgànica i alimentària són indústries "basades en la ciència" en el sentit clàssic i depenen fonamentalment dels avenços de la investigació bàsica per

alimentar les seves innovacions de forma directa (Levin *et al.* 1987). En indústries que no estan basades en la ciència, gran part de la innovació deriva d'activitats diferents a la investigació bàsica. No obstant, fins i tot en aquestes indústries la innovació resulta més fàcil fent un millor ús de la investigació bàsica, com la capacitació d'investigadors qualificats per ajudar a millorar la capacitat d'absorció de la indústria.

Una preocupació important i recurrent en economia ha estat entendre el grau en què la ciència explica el progrés tecnològic. La resposta a aquest interrogant té implicacions profundes per a les polítiques públiques, especialment per la decisió de finançar la investigació bàsica desenvolupada per organitzacions públiques o privades. Els treballs de Jaffe (1989) i Adams (1990) demostraren la importància de la ciència bàsica (*inputs*, e.g. despeses en investigació pública o *outputs*, e.g. publicacions) pel creixement econòmic. Al mateix temps, l'estudi d'Acs, Audretsch i Feldman (1992), així com d'altres revelaren que es deriven *spillovers* significatius de la investigació acadèmica local sobre I+D privat i el procés de patents. La importància de la ciència pel creixement econòmic juntament amb el fet que els *spillovers* són generats pel sector privat ha portat a diferents formes d'intervenció del govern per finançar la ciència directament, per exemple, a través del finançament de la investigació universitària i centres d'investigació, atorgant beques a empreses i a d'altres organitzacions que participen a la investigació científica.

Estudis recents suggereixen que els vincles entre la investigació bàsica i les empreses privades han crescut en les últimes dècades i s'han manifestat de moltes formes: com en la col·laboració entre universitats i indústries (e.g. realitzant investigació conjunta, compartint equips i eines d'investigació), la formalització de contractes entre universitats i indústries, indústries que financen investigació,

spin-offs i llicències d'universitats, mobilitat d'investigadors universitaris, mencions en patents universitàries, etc. Un dels indicadors més visibles del creixement dels vincles entre ciència i indústria és el nombre de citacions o mencions a la ciència en la documentació de patents.⁵ Narin, Hamilton i Olivastro (1997) mostraren que les mencions a la literatura acadèmica en les patents industrials als EUA es triplicaren a mitjans de 1990. Així, el 73% dels articles citats en patents industrials estaven firmats per autors acadèmics, del govern, i d'altres institucions públiques i tenien un fort component nacional en els vincles de les citacions, ja que els inventors citaven preferentment articles locals. Branstetter (2004) trobà que aquest augment dràstic estava íntimament relacionat amb les noves oportunitats tecnològiques que genera la concentració de la investigació acadèmica en l'àrea "bionexus", un camp on conflueixen les biociències i les tecnologies basades en la biotecnologia. No obstant, l'autor també mostra un important canvi en els mètodes d'invençió i evidència un creixent èmfasi en l'ús dels coneixements generats pels investigadors universitaris en els últims anys per produir noves invencions en les empreses.

Els patrons discutits evidencien la importància creixent dels vincles amb la ciència en la recerca d'avantatges competitius a través de la innovació en les empreses privades. Les empreses semblen buscar en la ciència pública la font externa per l'accés ràpid i privilegiat a nous coneixements, especialment en les ciències biològiques. La literatura econòmica i la literatura de gestió de la tecnologia, motivades pel fet que les interaccions fortes i locals entre ciència i indústria són importants per l'èxit de les activitats d'innovació, han començat, encara que només recentment i cada una per la seva banda, a investigar en detall com els fruits de la investigació acadèmica es poden explotar en un ambient de mercat. Per entendre el funcionament d'aquests vincles amb la ciència, és

necessari investigar a nivell micro els factors que motiven o obstaculitzen les connexions entre les institucions d'investigació científica i les empreses, fent ús dels coneixements obtinguts de la literatura econòmica i de gestió. A continuació abordem aquests temes.

6.2. Canals de vinculació amb la ciència

Els vincles indústria-ciència fan referència a diversos tipus d'interaccions entre el sector industrial i el sector científic. Aquests vincles inclouen relacions formals, com acords de col·laboració entre ciència i indústria, contractes d'I+D, polítiques de llicències pròpies i gestió de la propietat intel·lectual, i activitats externes d'institucions d'investigació. Tanmateix, darrere d'aquestes múltiples relacions formals hi ha una multitud de contractes informals, processos de salvaguarda de coneixements (*gatekeeping processes*), mobilitat de personal i xarxes indústria-ciència basades en relacions personals i organitzacionals. Aquests contactes informals i fluxos de capital humà són formes d'intercanvi de coneixements entre empreses i investigació pública –que creen *spillovers*– que són més difícils de quantificar, però, tanmateix, són extremadament importants i sovint són un catalitzador que condueix a contractes formals. Aquests canals de vinculació amb la ciència són clarament importants i no es poden analitzar independentment de l'organització del procés innovador de l'empresa. Com es va discutir anteriorment, les diferents activitats d'innovació han demostrat ser complementàries entre si. A més, aquesta complementarietat va semblar reforçar-se per una orientació d'investigació més bàsica.

Estudis empírics han intentat quantificar les transferències de coneixements de la investigació acadèmica a través de diverses variables *proxy*. La majoria d'aquests estudis han trobat que el mecanisme més important de cooperació és la

realització de projectes de recerca conjunts entre les empreses i les institucions acadèmiques. Els resultats més rellevants d'aquests estudis indiquen que la mida crítica de les empreses i la despesa en I+D afecten a la probabilitat de l'empresa de realitzar cooperacions d'I+D amb institucions d'investigació públiques. No obstant, a mesura que les empreses intenten accedir i capturar els *spillovers* a través d'aquests acords, Cassiman i Veugelers (2002) troben que existeix una correlació significativa entre els fluxos d'informació externa i les decisions de cooperar en I+D. Així, les empreses que consideren les fonts d'informació (públiques) externes generalment disponibles (els *spillovers entrants*) com les aportacions més importants per al seu propi procés d'innovació, tenen més probabilitat d'embarcar-se activament en acords de cooperació d'I+D. Al mateix temps, les empreses que són més efectives en l'apropiació de resultats del procés innovador –i.e. controlant els *spillovers sortints*–, tenen també major probabilitat de cooperar en I+D. Diferenciar entre *spillovers entrants* i l'apropiació resulta particularment important per examinar el seu efecte en diferents tipus d'acords de cooperació com els acords amb proveïdors i clients, o bé amb institucions acadèmiques. Les institucions d'investigació són el soci preferit quan els *spillovers entrants* són importants. Aquest resultat sembla suggerir que aquestes col·laboracions en investigació més fonamental ajuden les empreses a capturar coneixements externs d'un ampli ventall de fonts –no solament científiques o universitàries.

Com s'ha discutit anteriorment, els acords cooperatius amb universitats no acostumen a ser l'únic component en l'estratègia d'innovació d'una empresa. Més important encara, demostrem que una orientació més bàsica d'I+D –suposadament incorporant acords de cooperació amb universitats– sembla augmentar la complementarietat entre activitats del procés d'innovació. En la lí-

nia d'aquests resultats sobre complementaritats entre activitats d'innovació, Veugelers i Cassiman (2005) suggereixen que existeixen complementaritats entre cooperació d'I+D amb universitats i altres activitats d'innovació de les empreses, per exemple, utilitzant informació pública gratuïta i acords de cooperació amb proveïdors i clients. Aquests resultats sobre la col·laboració amb universitats com un canal cap a la ciència indiquen que per capitalitzar realment els *spillovers* derivats dels "coneixements bàsics" i els *spillovers* entrants d'un ampli espectre de fonts, les empreses d'èxit en innovació han de realitzar activitats d'innovació complementàries més aplicades, tal com I+D propi i col·laboració amb proveïdors i clients

6.3. Els efectes dels vincles amb la ciència sobre l'èxit empresarial

Els estudis sobre els canals vinculants amb la ciència discutits anteriorment no acostumen a relacionar aquest comportament directament amb els resultats innovadors de les empreses. Algunes enquestes faciliten estimacions sobre la importància de la investigació bàsica per la innovació industrial i per al rendiment econòmic. Per exemple, utilitzant una enquesta de 76 empreses dels EUA de set indústries, Mansfield (1991) va trobar que l'11% de les innovacions en nous productes i el 9% dels processos d'innovació no s'haurien desenvolupat (sense un retard considerable) si no hi hagués hagut investigació acadèmica recent. A més, les empreses declararen que el 8% dels seus productes van ser desenvolupats amb les aportacions substancials de la investigació acadèmica recent (6% d'innovacions de processos). Tant l'enquesta d'I+D 1983 Yale Survey com la Carnegie Mellon Survey (CMS) han evidenciat la rellevància de la investigació universitària per a la innovació, segons les opinions de directius d'empreses. Segons la CMS, les empreses dels EUA consideren que les publicacions d'universitats i les patents estan

entre les fonts de coneixement més importants per innovar (Cohen, Nelson i Walsh, 2002). La percepció europea és diferent. L'enquesta Community Innovation Survey mostra que solament una petita proporció d'empreses innovadores consideren la informació científica (i.e. informació d'universitats, laboratoris públics d'investigació) com una font important dels seus processos d'innovació. A l'enquesta Eurostat-Community Innovation Survey CIS-III (1999-2000), de totes les empreses innovadores de la Unió Europea que reportaren resultats (excepte el Regne Unit), el 4,5% va valorar les universitats com una important font d'informació, mentre que el 68% va indicar que les universitats no eren gens importants. Els resultats de la CIS també mostren que la importància de la ciència com a font d'informació depèn, en gran part, de la mida de l'empresa i de la seva tecnologia. El contrast entre els EUA i Europa, pel que fa a la percepció de la rellevància de la ciència en el procés innovador, podria explicar (part de) la diferència en la productivitat dels seus respectius processos productius? Creiem que sí; i com Belderbos, Carree i Lokshin, (2004) demostren amb dades europees, la cooperació amb universitats porta a majors creixements de vendes de nous productes.

Per què hauria de ser útil la ciència per a l'empresa? S'han identificat diversos avantatges estratègics que expliquen l'elecció de les empreses entre adoptar o vincular-se amb la ciència. Per exemple, un increment en la productivitat de la investigació aplicada; beneficis substancials de la productivitat general de l'I+D; desenvolupament de la capacitat d'absorbir *spillovers*; i reduccions en el cost de treballadors, entre d'altres. La ciència serveix com a guia de la investigació privada en establir teories que expliquen per què certa tecnologia funciona correctament. D'aquesta manera, les empreses compten amb un mapa dels paisatges tecnològics que les guia cap a les opcions tecnològiques més prometedores i els evita projectes costosos d'expe-

rimentació. A mesura que els científics publiquen els èxits i fracassos de la seva investigació bàsica, la ciència incrementa l'eficiència de la investigació privada, ja que les empreses eviten els camins que han conduït a fracassos. La divulgació pública dels avenços científics a través de publicacions gratuïtes redueix el grau de redundància de l'esforç en investigació i proveeix informació útil sobre oportunitats tecnològiques, noves aplicacions industrials, o la combinació d'unitats d'informació existents. A més, quan les empreses adopten incentius que promouen la publicació de resultats científics, atrauen investigadors acadèmics altament qualificats amb un valor econòmic que acostuma a ser major que la seva remuneració. Stern (2004) ha demostrat que per aconseguir una bona reputació acadèmica, els investigadors volen realitzar projectes que comporten publicacions i que, per tant, estan disposats a acceptar salaris més baixos a canvi de l'oportunitat d'investigar. Aquests investigadors es poden valorar de dues maneres: no només impliquen costos més baixos per l'empresa, sinó que també, constitueixen un pont amb el món acadèmic i científic que vincula l'empresa amb fonts de coneixement externs. A pesar d'aquests beneficis, l'evidència empírica mostra que l'adopció de la ciència roman limitada a un conjunt restringit d'empreses. L'adopció de la ciència no és gratis: està altament condicionada al capital humà i, com s'ha explicat anteriorment, a l'adopció de pràctiques noves (i complementàries) en relació amb el procés d'innovació de l'organització.

La literatura empírica s'ha enfocat principalment en l'anàlisi a nivell d'empresa i intentant avaluar el paper de les connexions amb la ciència en el rendiment innovador. Mentre els estudis empírics expliquen només una petita part del procés pel qual la ciència afecta la innovació privada, els estudis que examinen les patents generades per les empreses han trobat que la participació en la ciència i els lligams amb els investigadors aca-

dèmics "estrella" poden portar a un major nombre de tecnologies patentades. A més, el treball de Cockburn i Henderson (1998) mostra que no solament la capacitat d'absorció en la investigació bàsica és important, sinó que la participació directa i activa amb la ciència és necessària per beneficiar-se d'aquests vincles. Utilitzant dades d'articles científics en una mostra de la indústria farmacèutica, els autors demostren que les empreses connectades amb la ciència aconsegueixen un millor rendiment en el descobriment de drogues i que aquesta connectivitat està íntimament relacionada amb el nombre de científics "estrella" que l'empresa contracta. Igualment, s'ha trobat que la localització de científics estrella prediu l'entrada de les empreses a la indústria de la biotecnologia (tant per empreses noves com existents) als EUA i al Japó; o que les empreses entren en la indústria de la nanotecnologia quan els científics publiquen articles acadèmics amb avenços científics significatius. Per tant, un ambient acadèmic vigorós és un ingredient important per a un ambient innovador actiu. Les col·laboracions entre les estrelles de la investigació universitària i les empreses tenen un gran impacte positiu en la productivitat de la investigació de les empreses, i incrementa en un 34% la mitjana de patents d'empreses de biotecnologia, en un 27% el desenvolupament de productes, i en un 8% els productes en el mercat (Darby i Zucker, 2001). Per tant, aquests estudis subestimen que l'accés i la captura de *spillovers* requereixin vincles locals i actius entre la ciència i la indústria, i una estratègia d'inversió per part de l'empresa que combini diferents activitats d'innovació complementàries.

Poc es coneix sobre l'efecte dels vincles científics pel que fa al rendiment, a nivell d'inversions o patents. En una mostra de 83 empreses de les indústries farmacèutiques i de biotecnologia, Markiewicz (2004) demostra que la capacitat d'absorció (intensitat d'I+D i el nombre de publicaci-

ons de l'empresa) i la publicació conjunta amb universitats alteren el procés d'innovació: és més probable que aquestes empreses s'aprofitin de les publicacions d'investigació científica, i desenvolupin les tecnologies patentades basades en els resultats d'aquestes publicacions. A més, aquestes empreses mostren menors retards entre el desenvolupament de nous coneixements i la seva incorporació en nous invents. Els avantatges d'aquestes alteracions en el procés innovador, derivades dels vincles amb la ciència, es reflecteixen directament en la complexitat de les seves innovacions i en el temps d'avantatge que obtenen per davant dels seus competidors. Com hem comentat anteriorment, tots dos avantatges (complexitat i temps) constitueixen importants mecanismes d'apropiació de *spillovers* de la innovació.

La contribució dels vincles amb la ciència en la qualitat de les patents és menys conclouent. S'esperaria que les patents que depenen de coneixements fonamentals fossin més originals i amb més possibilitats d'influenciar diferents tecnologies. Alguns estudis sobre patents universitàries han defensat aquest argument. Les patents universitàries reben constantment un major nombre de citacions que les patents no universitàries. Això confirma la major qualitat i abast dels invents acadèmics. No obstant, els estudis que han avaluat els determinants del valor de les patents de les empreses privades ofereixen resultats desiguals. Harhoff, Scherer i Vopel (2003) van demostrar que les citacions en patents que fan referència a estudis científics són més informatives del valor tecnològic que del valor econòmic de les patents farmacèutiques i químiques, però no és així en altres camps tècnics. En un estudi de patents als EUA, Fleming i Sorenson (2004) mostren que els beneficis de l'ús de la ciència realment depenen de la complexitat del problema a resoldre: la ciència solament sembla ser beneficiosa quan els investigadors treballen amb una varietat de coneixements interdepen-

dents, cosa que fa més incerta la probabilitat de descobriment. Però el que és important és que la invenció és més complexa quan depèn d'un descobriment, cosa que de nou permet que les empreses s'apropriïn dels beneficis més eficaçment.

6.4. La localització de *spillovers* de la ciència dins l'empresa

Els vincles amb la ciència semblen millorar el rendiment de la innovació de les empreses a través de la creació de tecnologies més complexes i més difícils d'imitar. Però encara sabem poca cosa sobre l'efecte d'aquests vincles científics dins l'empresa. En aquesta última secció, profunditzarem en els efectes interns que aquests vincles tenen sobre l'organització. Creiem que existeixen almenys dues dimensions interessants a considerar: espai i temps. D'una banda, els efectes de la ciència es manifesten en l'espai a través de diferents equips d'investigació on el vincle amb la ciència millora les tecnologies aplicades de les empreses. D'altra banda, els efectes dels vincles amb la ciència es manifesten a través del temps a mesura que es descobreixen i exploten noves idees. Tots dos efectes són molt subtils i expliquen el perquè de la dificultat de trobar efectes clars i directes en les dades.

6.4.1. Els *spillovers* en els equips d'investigació

Malgrat les creixents connexions amb la ciència, no és clar com ocorren aquestes transmissions de coneixement ni com modifiquen el procés innovador de les empreses privades. Utilitzant una combinació de dades de patents i dades a nivell d'empresa, Cassiman, Veugelers i Zuniga (2008) avaluen la contribució dels vincles amb la ciència en el rendiment innovador de l'empresa a nivell de patents. Els autors estudien l'efecte de *i*) els vincles amb la ciència a nivell d'empresa (publicacions de l'empresa) i *ii*) els vincles amb

la ciència, concretament amb els invents (citacions en patents que fan referència a publicacions científiques) sobre la qualitat de les patents. Investigacions anteriors demostren que hi ha una distribució asimètrica de la qualitat de la patent i el valor econòmic en totes les patents, és a dir, tan sols una fracció de totes les patents representa gran part del seu valor. Tot i això, els investigadors, sovint, han passat per alt les característiques de les empreses (en aquest cas, els vincles amb la ciència) com a determinants de la qualitat de les patents. Cassiman *et al.* (2008) argumenten que, donat que s'ha demostrat la distribució asimètrica de la qualitat de les patents i del seu valor econòmic, i.e. solament algunes patents engloben la majoria del valor, part d'aquesta distribució asimètrica de valor pot explicar-se per l'heterogeneïtat entre els propietaris de patents, particularment per la capacitat científica de les empreses que els permet descodificar avenços fonamentals en el coneixement i introduir investigació bàsica en la seqüència d'aplicacions tecnològiques. Aquestes capacitats científiques han demostrat ser asimètriques entre empreses i també són un interessant candidat per explicar l'asimetria en la qualitat de patents. Contràriament al que hem trobat anteriorment, aquesta anàlisi suggereix que les citacions en patents que fan referència a publicacions científiques són menys rellevants per explicar la qualitat de les patents quan l'anàlisi es controla per la capacitat científica de l'empresa. Però les referències científiques influeixen en l'abast de les citacions rebudes per aquestes patents en termes generals, i.e. aquestes patents reben citacions d'un rang més ampli de tecnologies futures, cosa que implica que aquestes tecnologies han estat importants per a desenvolupaments tecnològics futurs. Això es pot explicar pel fet que les patents que fan referència a la ciència contenen coneixements més complexos i fonamentals. Malgrat ser pioners, qualsevol aplicació possible d'aquests coneixements és encara lluny

del mercat i per tant no són fàcils de divulgar. A més, la proximitat general d'una empresa a la ciència, mesurada pel nombre de publicacions científiques, és important per la qualitat de les patents: en particular, quan les patents protegeixen tecnologies aplicades solen ser citades més freqüentment, en un major nombre de zones geogràfiques i més ràpidament si aquestes patents pertanyen a empreses amb vincles específics a nivell d'empreses, en aquest cas, publicacions científiques. Aquests resultats suggereixen que existeixen *spillovers* interns en empreses orientades a la ciència (transferència de coneixements entre inventors). D'una banda, és més probable que aquestes empreses desenvolupin tecnologies amb un vincle proper a la ciència. Tanmateix, aquestes tecnologies estan lluny de ser innovacions comercials. Però, d'altra banda, aquestes empreses són més efectives per destil·lar tecnologies aplicades derivades d'aquestes tecnologies, cosa que els permet redactar patents aplicades més valuoses. Per tant, creiem haver trobat una pista dels *spillovers* de la ciència dins d'empreses d'èxit a través de l'espai i entre equips d'investigació bàsics i aplicats.

6.4.2. Els *spillovers* en el temps

Les empreses que tendeixen a establir vincles amb les universitats no les inclouen en totes les seves activitats. Per això, l'enfocament a nivell d'empreses, característic de la majoria dels estudis previs, no pot realment informar sobre els factors que fan que les universitats siguin el soci preferit per al desenvolupament d'alguns projectes d'I+D i no d'altres. Per tant, Cassiman, Di Guardo i Valentini (2007) adopten el projecte d'I+D com a unitat d'anàlisi i estudien el paper que els atributs específics dels projectes d'I+D juguen en l'organització del projecte i avaluen l'èxit d'aquests projectes amb una universitat associada en relació amb d'altres projectes d'I+D.

Els seus resultats indiquen que els atributs dels coneixements involucrats en un projecte d'I+D afecten significativament l'organització. La cooperació amb les universitats és una pràctica habitual per desenvolupar nous coneixements, en comptes d'aplicar coneixements existents a nous problemes. Però quan aquests nous coneixements milloren directament la competitivitat de l'empresa, aquesta es mostrarà reticent a buscar socis i serà més probable que l'empresa contracti serveis d'universitats per innovar. Això ocorre per a projectes experimentals, en què es desenvolupen els coneixements originals i estratègicament rellevants. Sovint, aquests contractes desenvolupen les etapes inicials del projecte.

Més interessant encara, Cassiman *et al.* (2007), exploren les conseqüències sobre el rendiment d'aquests acords amb universitats també pel que fa a projectes. D'aquesta manera, els autors poden contrastar el procés que sospiten s'amaga darrere de l'organització del projecte (i.e., l'establiment de vincles) i el rendiment obtingut. Els autors troben que els directores de projectes aprecien dues dimensions diferents del rendiment del projecte: eficiència i aprenentatge, amb efectes variats de la presència d'universitats en aquestes dimensions del rendiment. En particular, la presència d'una universitat sembla afectar negativament l'eficiència del projecte, sovint causant retards i desajustos pressupostaris. Però, per contra, la presència d'una universitat afecta positivament l'aprenentatge a través dels projectes i en el temps. En aquests projectes, s'acostumen a evidenciar idees i resultats inesperats que poden aplicar-se exitosament en projectes futurs. Cassiman i Valentini (2009) especulen que els directores de projectes, i.e., aquells que prenen les decisions descentralitzades de l'organització del projecte, no tenen suficients incentius per invertir en aquest tipus d'aprenentatge, ja que els efectes d'aquest aprenentatge es materialitzen com a *spillovers* en projectes futurs,

i són capturats a nivell d'empresa i no a nivell de projecte. De nou, rastregem els *spillovers* derivats de la col·laboració amb les empreses (a través del temps) dins l'empresa que millora el rendiment innovador.

Tots dos tipus de *spillovers* derivats dels vincles amb la ciència dins l'empresa (a través d'equips d'investigadors i a través del temps) són difícils de capturar. Considerem que és exactament això, i.e., el fet que els beneficis de la ciència són difícils de rastrejar, cosa que fa les empreses reticents de considerar els vincles amb la ciència com una obligació estratègica per millorar el rendiment de la innovació.

7. Conclusió

En aquest opuscle discutim l'existència de fonts de complementarietats entre diferents activitats d'innovació. També identifiquem les fonts de complementarietats entre les diferents activitats. Tots dos temes són importants per gestionar l'estratègia d'innovació de l'empresa. Quan les activitats d'innovació són complementàries és menys eficient concentrar-se en una sola activitat d'innovació, i.e. I+D intern o adquisició de coneixements externs. A més, això fa que copiar l'estratègia d'innovació de les empreses d'èxit sigui més difícil a mesura que el desenvolupament de diverses activitats d'innovació simultànies resultin en un procés complex. Per tant, el procés d'innovació, i.e., la gestió de les complementarietats entre diferents activitats d'innovació, pot ser una important font d'avantatge competitiu sostenible per les empreses. A més, l'enteniment d'aquestes complementarietats i les seves fonts més probables són crucials per desenvolupar mesures polítiques que estimulin la innovació. Per exemple, estimular l'I+D propi no conduirà necessàriament

a innovacions d'èxit quan les activitats d'adquisició de coneixements externs no s'ajustin fàcilment i simultània. Així mateix, mentre que la protecció estratègica sembla més efectiva per capturar els beneficis de la innovació, probablement hauria de realitzar-se un menor esforç en enfortir les mesures de protecció formals (legals) com el sistema de patents i realitzar un major esforç en mesures polítiques per estimular les diferents activitats d'innovació de forma directa. No resulta sorprenent que moltes empreses que intenten innovar fracassin, i que moltes mesures polítiques no generin l'efecte desitjat a causa del desconeixement dels elements que afecten l'estratègia d'innovació de les empreses. Al mateix temps, no és sorprenent que un estudi una mica simplista, com el que Booz Allen Hamilton va desenvolupar, pràcticament no trobi cap relació entre la despesa d'I+D i el rendiment.⁶ Mentre que a nivell agregat la despesa en I+D presenta una alta correlació amb totes les altres activitats d'innovació desenvolupades en la indústria o en l'economia, a nivell d'empreses l'efecte d'ometre aquestes activitats és més substancial. De fet, en un estudi posterior, els autors recalquen que els innovadors d'èxit –gastadors intel·ligents– en la mostra Global Innovation 1000 són exactament les empreses que són capaces de gestionar diferents activitats complementàries en la cadena de valor de la innovació (Jaruzelski, Dehoff i Bordia, 2006).

Un element clau d'aquest opuscle és la importància de la ciència, no com un generador directe de beneficis per les empreses, sinó com un mecanisme indirecte a través del qual les activitats d'adquisició de coneixements n'incrementen el valor. Tot i que no donem suport a una estratègia basada en la ciència per a totes les empreses en totes les indústries, creiem ferventment que, basats en l'evidència presentada, els “vincles amb la ciència” a nivell micro constitueixen part del mecanisme a través del qual les empreses accedeixen

i capturen *spillovers* produïts per la investigació en tota l'economia. Les empreses amb vincles actius amb la ciència desenvolupen innovacions millors i més complexes, i amb suficient temps d'avançatge per aprofitar-se dels beneficis. Però per arribar a aquesta etapa, aquestes empreses necessiten adaptar els seus processos d'innovació interns per generar connexions duradores entre equips d'investigadors i a través del temps, transmetent i disseminant les idees i el coneixement generat d'aquests vincles amb la ciència a través dels projectes.

A nivell de polítiques públiques, aquests resultats són coherents amb els derivats de les comparacions entre EUA i Europa. La debilitat europea en la innovació industrial ha estat relacionada, precisament, amb l'absència de vincles forts amb la ciència. Europa té menys empreses actives en la ciència quan es compara amb els EUA. Mentre que la “Paradoxa europea” –el fet que la ciència europea tingui èxit però que li manqui una connexió amb la indústria– ha estat dissipada recentment en demostrar-se que Europa està darrere dels EUA en termes de qualitat i quantitat d'investigació (Dosi, Llerena i Sylos Labini, 2006), continua sent cert que les empreses europees semblen beneficiar-se menys de la investigació científica de qualitat produïda a Europa. Amb les novetats d'aquest opuscle oferim dues explicacions relacionades. Primer, Europa sembla trobar-se en un cercle viciós. Les oportunitats d'adquisició de coneixements externs a Europa semblen ser més limitades donat que les empreses destinen menors recursos a I+D i a innovació. Donada la complementaritat entre activitats d'innovació interna i externa en el procés d'innovació, l'I+D intern s'ajusta al nivell de l'activitat més limitada. Per tant, Europa es troba en una mala situació de la qual és difícil escapar sense un esforç coordinat. Com hem vist, les oportunitats locals per vincular-se amb la ciència poden servir com a palanca per sortir d'aquesta situació, però

aquestes oportunitats són de moment limitades. Segon, fins i tot quan aquestes oportunitats d'adquisició de coneixements poden presentar-se en l'economia, les empreses necessiten adaptar els seus processos d'innovació per capturar els beneficis d'aquestes fonts externes de coneixement. Per això, creiem que una explicació important per aquest fenomen també es troba dins les empreses europees, més en l'organització del procés d'innovació que no pas en les seves polítiques. Mentre el primer problema necessita un esforç coordinat de diferents actors de l'economia, l'últim necessita un acurat enteniment del procés d'innovació i dels principis de gestió empresarial. Esperem haver donat un primer pas cap a aquest millor enteniment a través de l'anàlisi presentada en aquest opuscle, on ens hem centrat en la perspectiva de la indústria. No obstant, Europa necessita, al mateix temps, mesures polítiques sostingudes per estimular l'oferta de la ciència i així assegurar-se un flux suficient de producció científica perquè la indústria es pugui connectar.

Notes

() Agraeixo a Dob-Sbin Jeon, Giovanni Valentini i a revisors anònims, els seus comentaris acurats i suggeriments en una versió anterior del document. Agraeixo, també, a Reinbilde Veugelers les llargues hores de debat sobre aquest i altres temes relacionats i per haver estat una gran companya d'investigació en diversos dels estudis mencionats en aquest opuscle.*

(1) La Community Innovation Survey (CIS) ha estat organitzada per l'Eurostat i la Comissió Europea a cada un dels països membres des de 1993. Les dades presentades en aquest opuscle provenen del quart CIS del 2005 sobre activitats d'innovació de les empreses belgues entre 2002 i 2004. Aquestes són, a dia d'avui, les darreres dades que tenim. Totes les taules reproduïxen el nostre treball inicial utilitzant el primer CIS de principis dels 90.

(2) Els resultats de Cassiman i Veugelers (2006) confirmen el següent: suposem que existeixen dues empreses, en la mateixa indústria, de la mateixa mida i amb la mateixa despesa total en innovació. Si una empresa inverteix en I+D mentre l'altra empresa inverteix en I+D i adquisició externa de coneixements, la segona empresa obtindrà millors resultats que la primera en el seu procés d'innovació.

(3) El grau de relació de l'empresa amb l'I+D bàsic mesura la importància que suposa per al procés d'innovació la informació obtinguda d'instituts d'investigació i universitats amb relació a la informació obtinguda de proveïdors i clients, vegeu Cassiman i Veugelers (2002, 2006).

(4) Boldrin i Levin (2006) presenten un argument provocador. Segons ells petits temps d'avantatge atorguen suficients oportunitats d'apropiació, fent excessiva i innecessària la protecció per mitjà de patents i drets monopolístics.

(5) Perquè les patents siguin vàlides, han de destacar la novetat de la invenció. Per això, l'inventor ha de referir-se a l'"art previ" citant les tecnologies existents, que estan generalment protegides per patents i en alguns casos referint-se als fonaments científics de l'invent citant la literatura científica rellevant. Mitjançant l'expressió "mencions a la ciència" ens referim a aquest últim tipus de citació, inclosa en els documents oficials de patents.

(6) Vegeu Foray, Hall i Mairesse (2007) per una crítica més tècnica dels resultats de Booz Allen Hamilton.

Bibliografia

- Acs, Z. J., D. B. Audretsch i M.P. Feldman (1992). "Real Effects of Academic Research", *The American Economic Review*, 82, 363-367.
- Adams, J. (1990). "Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth", *Journal of Political Economy* 98, 673-702.
- Arora, A. i A. Gambardella (1994). "Evaluating Technological Information and Utilizing It: Scientific Knowledge, Technological Capability, and External Linkages in Biotechnology", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 24(1), 91-114.
- Belderbos, R., M. Carree i B. Lokshi. (2004). "Cooperative R&D and Firm Performance", *Research Policy*, 33(10), 1477-1492.
- Branstetter, L. (2004). "Exploring the Link between Academic Science and Industrial Innovation", document de treball sense publicar.
- Boldrin, M. i D. Levine (2006). "Against Intellectual Monopoly", Manuscrit (www.micheleboldrin.com).
- Cassiman, B. i R. Veugelers (2002). "R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium", *The American Economic Review*, 92(4), 1169-1184.
- Cassiman, B., R. Veugelers i P. Zuniga (2008). In Search of Performance Effects of (in)Direct Industry Science Links", *Industrial and Corporate Change*, 17(4), 611-646.
- Cassiman, B. i R. Veugelers (2006). "In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D, Cooperation in R&D and External Technology Acquisition", *Management Science*, 52(1), 68-82.
- Cassiman, B., C. Di Guardo i G. Valentini (2007). "Organizing Links with Science: Cooperate or Contract? A Project Level Approach", IESE document de treball. Mimeo.
- Cassiman, B. i G. Valentini (2009). "Strategic Organization of R&D: Basicness and Openness", *Strategic Organization*, 7(1), 43-73.
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press.
- Cockburn, I. i R. Henderson (1998). "Absorptive Capacity, Co-authoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery", *Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157-182.
- Cohen, W. i D. Levinthal (1989). "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D", *The Economic Journal*, 99, 569-596.
- Cohen, W., R. Nelson i J. Walsh (2002). "Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D", *Management Science*, 48(1), 1-23.
- Darby, M. i L.G. Zucker (2001). "Capturing Technological Opportunity Via Japan's Star Scientists: Evidence from Japanese Firms' Biotech Patents and Products", *Journal of Technology Transfer*, 26(1/2), 37-58.
- Dosi, G., P. Llerena, i M. Sylos Labini (2006). "The Relationships between Science, Technologies and their Industrial Exploitation: An Illustration through the Myths and Realities of the so-called 'European Paradox'", *Research Policy*, 35, 1450-1464.
- Etzkowitz H. i L. Leydesdorff (2000). "The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Research Policy*, 29, 109-123
- Fleming, L. i O. Sorenson (2004). "Science as a Map in Technological Search". *Strategic Management Journal*, 25, 909-928.
- Foray, D., B. Hall i J. Mairesse (2007). "Pitfalls in Estimating the Returns to Corporate R&D using Accounting Data". CEMI document de treball. Mimeo.
- Griliches, Z. (1998). *R&D and Productivity*, Chicago University Press.
- Harhoff, D., F.M. Scherer i K. Vopel (2003). "Citations, Family Size, Opposition and the Value of Patent Rights", *Research Policy*, 32(8), 1343-1363.
- Jaffe, A. (1989). "The Real Effects of Academic Research", *The American Economic Review*, 79, 957-970.
- Jaruzelski, B., K. Dehoff i R. Bordia (2005). "Money isn't Everything", *Strategy+Business* magazine, Booze Allen Hamilton.
- Jaruzelski, B., K. Dehoff i R. Bordia (2006). "Smart Spenders: The Global Innovation 1000", *Strategy+Business* magazine, Booze Allen Hamilton.
- Levin, R., A. Klevorich, R. Nelson i S. Winter (1989). "Appropriating Returns from Industrial Research and Development", *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, 783-820.
- Mansfield, E. (1991). "Academic Research and Industrial Innovations", *Research Policy*, 26, 773-776.
- Markiewicz, K. (2004). "Absorptive Capacity and Innovation: Evidence from Pharmaceutical and Biotechnology Firms", document de treball, UC-Berkeley.
- Narin, F., K. Hamilton i D. Olivastro (1997). "The Increasing Linkage between US Technology and Public Science", *Research Policy*, 197, 101-121
- Nelson, R.R. (Ed.) (1993). *National Systems of Innovation: A Comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.
- Pisano, G. (1990). "The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis", *Administrative Science Quarterly*, 35, 153-176.

Romer, P. (1990). "Endogeneous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.

Rosenberg, N. (1990). "Why do Firms do Basic Research (with their Own Money)?", *Research Policy*, 19, 165-174.

Rothwell, R., C. Freeman, A. Horlsey, V. T. P. Jervis, A. B. Robertson i J. Townsend (1974). "SAPPHO updated - project SAPPHO phase II", *Research Policy*, 3(3), 258-291.

Stephan, P. (1996). "The Economics of Science", *Journal of Economic Literature*, 34, 1199-1235.

Stern, S. (2004). "Do Scientists Pay to Be Scientists?", *Management Science*, 50(6), 835-853.

Teece, D. (1986). "Profiting from technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy", *Research Policy*, 15, 285-305.

Veugelers R. i B. Cassiman (1998). "Innovatiestrategieën van Vlaamse Industriële Ondernemingen," Volum de la conferència *Vlaams Wetenschappelijk Economisch Congres*.

Veugelers, R. i B. Cassiman (1999). "Make and Buy in Innovation Strategies: Evidence from Belgian Manufacturing Firms", *Research Policy*, 28, 63-80.

Veugelers, R. i B. Cassiman (2005). "R&D Cooperation between Firms and Universities: Some Empirical Evidence from Belgian Manufacturing", *International Journal of Industrial Organization*, 23(5-6), 355-379.

Títols publicats

- 1. Una reflexió sobre l'atur a Espanya**
Ramon Marimon (juny 97)
 - 2. Reduir l'atur: a qualsevol preu?**
Fabrizio Zilibotti (desembre 97)
 - 3. Impostos sobre el capital i el treball, activitat macroeconòmica i redistribució**
Albert Marcet (novembre 98)
 - 4. El prestador de darrera instància en l'entorn financer actual**
Xavier Freixas (novembre 99)
 - 5. Per què creix el sector públic? El paper del desenvolupament econòmic, el comerç i la democràcia**
Carles Boix (novembre 99)
 - 6. Gerontocràcia i Seguretat Social**
Xavier Sala-i-Martin (juliol 2000)
 - 7. La viabilitat política de la reforma del mercat laboral**
Gilles Saint-Paul (desembre 2000)
 - 8. Contribueixen les polítiques de la Unió Europea a estimular el creixement i a reduir les desigualtats regionals?**
Fabio Canova (maig 2001)
 - 9. Efectes d'aglomeració a Europa i als EUA**
Antonio Ciccone (setembre 2001)
 - 10. Polarització econòmica a la conca mediterrània**
Joan Esteban (maig 2002)
 - 11. Com inverteixen la seva riquesa les economies domèstiques?**
Miquel Faig (octubre 2002)
 - 12. Efectes macroeconòmics i distributius de la Seguretat Social**
Luisa Fuster (abril 2003)
 - 13. Educar la intuïció: Un repte pel segle XXI**
Robin M. Hogarth (setembre 2003)
 - 14. Els controls de capital a l'Europa de la postguerra**
Hans-Joachim Voth (abril 2004)
 - 15. La fiscalitat dels intermediaris financers**
Ramon Caminal (setembre 2004)
-

16. Preparats per prendre riscos? Evidència experimental sobre l'aversió i l'atracció al risc

Antoni Bosch-Domènech / Joaquim Silvestre i Benach
(novembre 2005)

17. Xarxes socials i mercat laboral

Antoni Calvó-Armengol (gener 2006)

18. Els efectes de la protecció laboral a Europa i als Estats Units

Adriana D. Kugler (febrer 2007)

19. Creixement urbà desordenat: Causes i conseqüències

Diego Puga (gener 2008)

20. El creixement a llarg termini a l'Europa Occidental, 1830-2000: fets i problemes

Albert Carreras i Xavier Tafunell (juny 2008)

21. Com superar la fallida de coordinació en empreses i organitzacions: evidència experimental

Jordi Brandts (març 2009)

22. L'assignació ineficient del talent

José V. Rodríguez Mora (maig 2009)

23. Complementarietats en les estratègies d'innovació i el vincle amb la ciència

Bruno Cassiman (setembre 2009)



Bruno Cassiman

Bruno Cassiman és professor d'estratègia en el departament de Direcció Estratègica de l'Escola de Negocis IESE de Barcelona i del departament d'Economia de la Direcció, Estratègia i Innovació de la University of Leuven (KULeuven). És Research Fellow del Centre for Economic Policy Research (CEPR) de Londres i

del Centre de Recerca SPSP de l'IESE. És doctor en "Managerial Economics and Decision Sciences" de la Kellogg School of Management de la University of Northwestern (1996), i té el títol d'Enginyeria i Gestió per la University of Leuven, Bèlgica 1990. La seva recerca s'ha centrat en la relació entre estratègia i innovació amb una atenció especial en la connexió entre ciència i indústria en el procés d'innovació. Els seus treballs s'han publicat en diverses revistes científiques internacionals del camp de l'economia i l'empresa de més prestigi, entre d'altres *The American Economic Review*, *Management Science*, *European Economic Review*, *International Journal of Industrial Organization*, *Industrial and Corporate Change* i *Research Policy*. És editor del departament d'Estratègia de la *Management Science*, coeditor de la *Spanish Economic Review* i membre del consell editorial del *Journal of the European Economic Association*, del *Journal of Industrial Economics*, *Strategic Organization*, *European Management Review* i *Review of Economics and Business*. Recentment ha editat un llibre que tracta de la relació entre fusions i adquisicions i innovació (*M&A and Innovation: The Innovation Impact*, Edward Elgar 2006) i ha estat consultor de la Comissió Europea i del govern belga per temes de política de la innovació i de diferents companyies per temes d'estratègia de la innovació.



CREI

Centre de Recerca
en Economia Internacional

Ramon Trias Fargas, 25-27 - 08005 Barcelona

Tel: 93 542 13 88 - Fax: 93 542 28 26

E-mail: crei@crei.cat

<http://www.crei.cat>

PVP: 6,00 €



UNIVERSITAT
POMPEU FABRA



Generalitat
de Catalunya