

# Documents

Ciència, tecnologia i innovació en la nova economia. 149

El treball en l'economia de la informació. 165



# Ciència, tecnologia i innovació en la nova economia<sup>1</sup>

Informe de l'OCDE

1

## Resum

Els avenços científics i el canvi tecnològic són motors importants del creixement de l'economia actual. La capacitat de crear, distribuir i explotar el coneixement ha esdevingut una font decisiva per a l'avantatge competitiu, la creació de riquesa i la millora de la qualitat de vida. Alguns dels trets principals d'aquesta transformació són l'impacte creixent de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) en l'economia i la societat, la ràpida aplicació dels avenços científics recents en nous productes i processos, un elevat grau d'innovació en tots els

països de l'OCDE, el canvi cap a indústries i serveis de coneixement més intensiu i l'augment dels nivells de qualificació requerits.

Aquests canvis impliquen que actualment la ciència, la tecnologia i la innovació són un element clau per millorar l'actuació econòmica i el benestar social. Tanmateix, si els governs volen obtenir els beneficis d'aquesta transformació hauran d'aplicar les polítiques adequades. La limitació de la despesa pública, l'augment de la competència i la globalització, els canvis en els motors del procés d'innovació, i la millor comprensió del paper que tenen la ciència i la tecnologia en l'actuació econòmica i el canvi social, han fet que els governs esmolin les seves eines polítiques. Els governs han d'esdevenir “facilitadors” i permetre que les empreses i els consumidors s'adaptin a les exigències i les oportunitats de la nova economia. Però hi ha altres àrees, com ara la inversió en recerca bàsica i la implicació dels agents en el disseny i la implementació de les polítiques, en les quals és indispensable el paper actiu del govern.

i. Agraïm a l'OCDE que ens hagi autoritzat a traduir i publicar aquest document de treball. El Departament d'Economia i Finances assumeix la responsabilitat de la traducció de l'original anglès d'aquest article, publicat sota el títol *Science, Technology and Innovation in the New Economy*. Copyright OCED, 2000, document disponible a [http://www.oecd.org/publications/pol\\_brief/2000/2000\\_04.pdf](http://www.oecd.org/publications/pol_brief/2000/2000_04.pdf). L'OCDE no es fa responsable de la qualitat de la traducció al català ni de la seva coherència amb el text original.

Aquest informe explora el paper de la ciència, la tecnologia i la innovació en la nova economia i tracta del paper del govern en la promoció del progrés científic i tecnològic per obtenir creixement econòmic i un benestar social més gran.

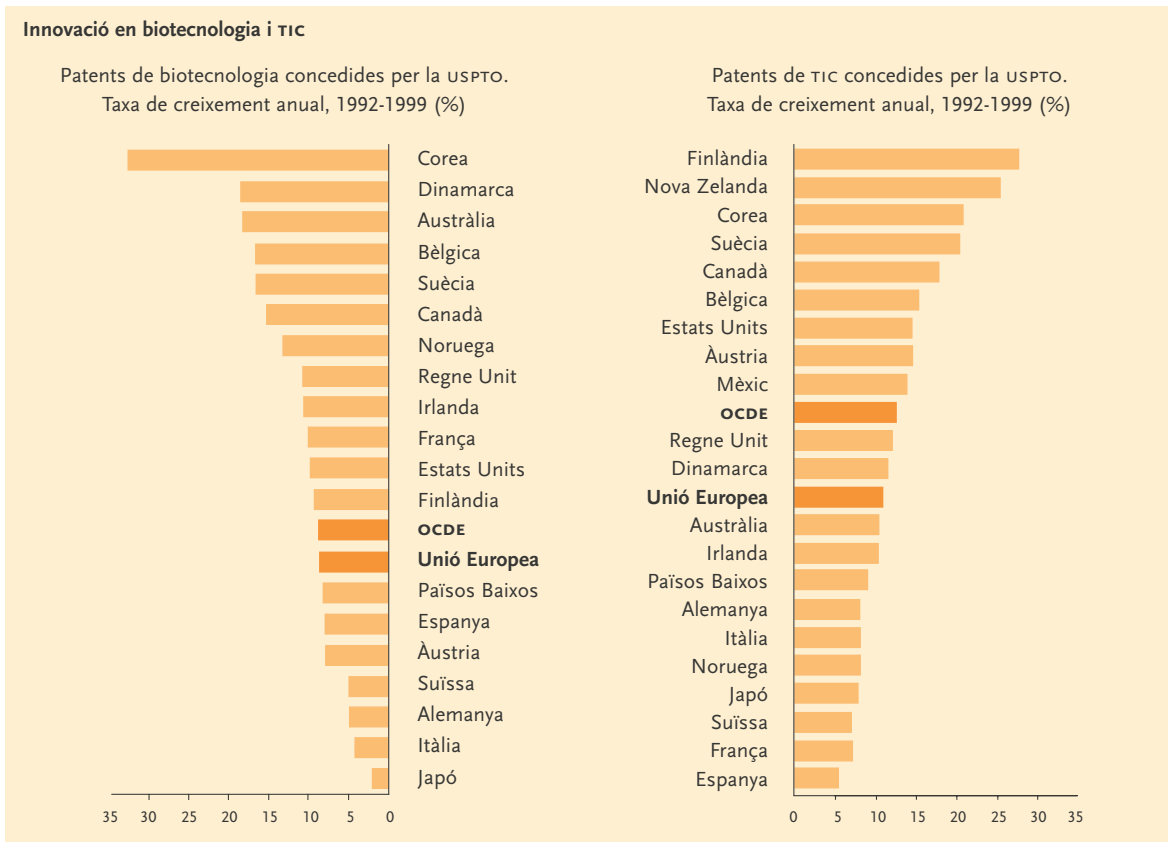
2

### Quin és el paper de la ciència, la tecnologia i la innovació en la nova economia?

L'anàlisi recent de l'OCDE mostra que la ciència, la tecnologia i la innovació tenen un paper significatiu en l'actuació econòmica. En els darrers anys, la productivitat multifactorial (PMF) ha augmentat en diversos països de l'OCDE (per exemple, Austràlia, Dinamarca,

Finlàndia, Irlanda, Noruega o els Estats Units), cosa que reflecteix una eficàcia més gran en la utilització del treball i el capital. El creixement més ràpid de la PMF generalment es deu a millores en les pràctiques de gestió, al canvi organitzatiu i, el que és més important, a sistemes de producció de béns i serveis més acurats i innovadors. L'augment de la PMF no és l'únic senyal d'un progrés tecnològic més dinàmic. La qualitat del capital i del treball també ha augmentat, gràcies a una forta inversió en tecnologia de la informació i les comunicacions (TIC) i a les capacitats creixents del treballador mitjà en les economies de l'OCDE. Les TIC, en particular, són un factor clau, i han tingut un fort impacte en la productivitat en diversos països, sobretot quan va acompanyada de canvis d'organització i d'una millor preparació dels treballadors. També ha

Gràfic 1



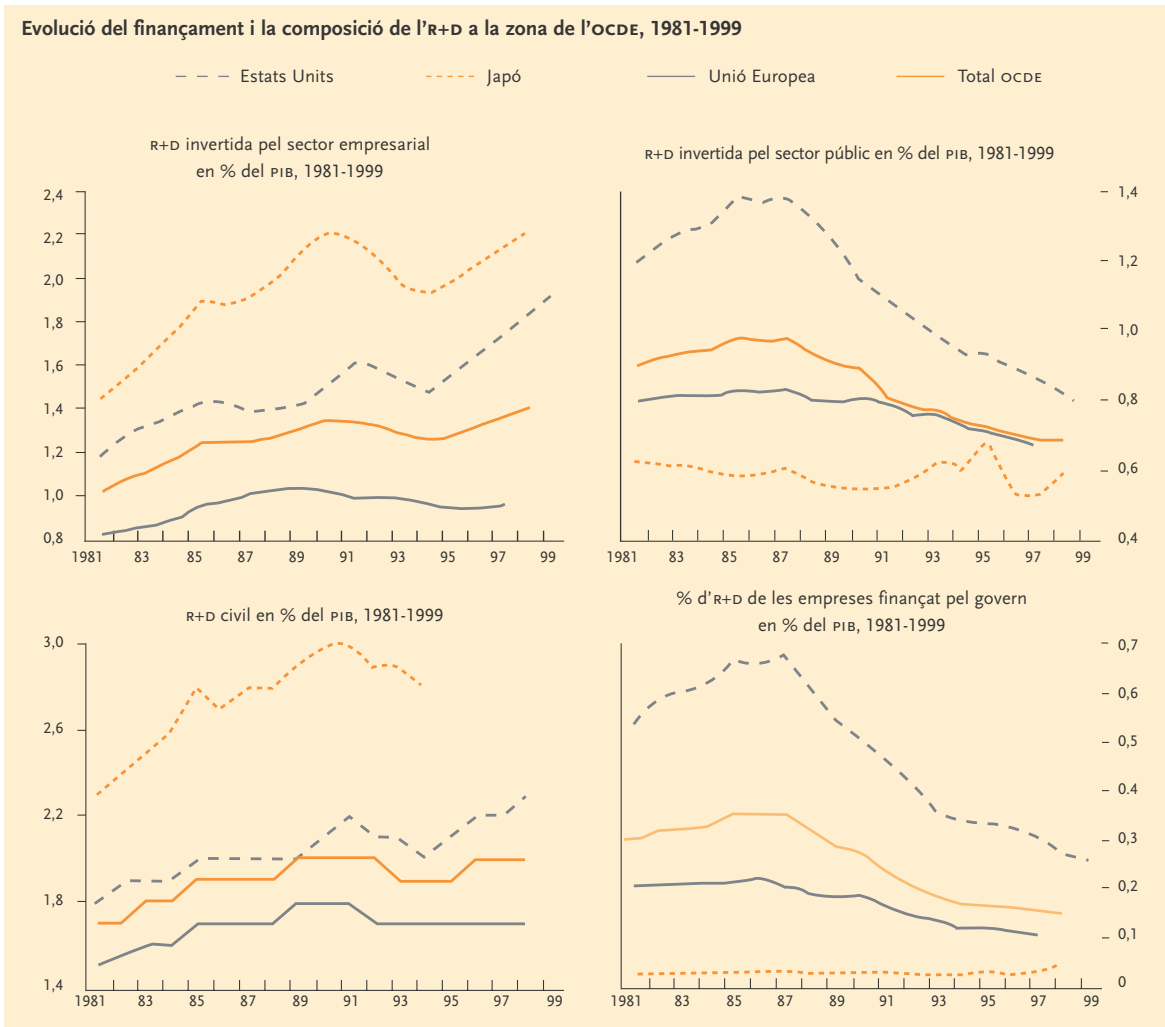
Font: càlculs de l'OCDE basats en dades de la us Patent and Trademark Office

ajudat a millorar el rendiment en sectors de serveis abans estancats, ha facilitat la comunicació, ha reduït els costos de transacció i ha permès ampliar les xarxes de treball i cooperació entre empreses.

El paper creixent de la innovació i el canvi tecnològic es pot relacionar amb els canvis en el procés d'innovació. La innovació s'ha fet més orientada al mercat, i l'estudi sobre la innovació en dotze països europeus indica que més del 30% del volum de negoci en la manufactura està basat en productes

nous o millorats. La producció científica continua creixent a tota l'àrea de l'ocde i les dades de patents mostren un augment d'innovació en tots els països de l'ocde i en molts camps tecnològics, en particular en les TIC i la biotecnologia. La major part del finançament de la innovació s'adreça actualment cap a noves empreses i projectes amb risc. La innovació també es basa més en el treball en xarxa i la cooperació, incloent-hi la ciència i la indústria. [...] Ara com ara, la innovació és més global, sorgeix de mol-

Gràfic 2



Font: ocde, Main Science and Technology Indicators, maig del 2000

tes fonts i s'escampa més entre els diferents sectors, incloent-hi els serveis, la qual cosa eixampla la base per al creixement econòmic. A més, el pes creixent de les exportacions de productes manufacturats es basa en béns de mitjana i alta tecnologia, particularment a Irlanda, el Japó i els Estats Units.

3

### Hi ha evidències que la innovació sigui més gran?

Hi ha altres indicadors que assenyalen la importància creixent de la ciència i la tecnologia en el creixement recent. La inversió en TIC, que és un factor crucial en la nova economia, ha augmentat considerablement en els darrers anys. A la segona meitat de la dècada dels noranta la difusió de la TIC es va accelerar gràcies a Internet, tot i que es mantenen diferències considerables entre països. La inversió en actius intangibles —educació, recerca i desenvolupament (R+D), programari (*software*)— també és forta. L'educació és important, atès que les noves tecnologies demanen treballadors qualificats. Respecte a la passada generació, la proporció d'adults amb, com a mínim, el nivell educatiu secundari va pujar d'un 44% a un 72% de la població total de l'OCDE, i la proporció d'adults amb, com a mínim, el nivell d'estudis superiors s'ha doblat i ha passat d'un 22% a un 47%. La proporció de sectors basats en el coneixement, tant en valor afegit com en ocupació, també continua creixent. El 1997 representaven al voltant del 50% del valor afegit total a Austràlia, la Unió Europea i els Estats Units, considerablement per damunt de la proporció que tenien el 1985.

Durant la passada dècada, el finançament de la innovació s'ha orientat més al mercat. Amb el final de la guerra freda, l'R+D en defensa ha davallat. A més, l'R+D pública en relació amb el PIB va caure durant la major part de la primera meitat de la dècada dels noranta, atès que el cicle econòmic, en fase recessiva, i els grans dèficits pressupostaris van limitar la despesa pública, i l'alentiment econòmic de la primera

dels anys noranta va portar a una forta caiguda en la intensitat de l'R+D en el conjunt de l'OCDE. En els darrers anys, la inversió en R+D ha augmentat. Els dèficits pressupostaris públics han millorat, i països com ara Finlàndia i el Japó han reforçat la seva inversió pública. Les condicions macroeconòmiques han millorat en molts països i han contribuït a una considerable represa de l'R+D privada, particularment a Dinamarca, Finlàndia, el Japó, Suècia i els Estats Units. El capital risc ha esdevingut una font vital en la inversió de les empreses tecnològiques, i així ha contribuït a la innovació. El 1999, les empreses basades en TIC van atraure més de dos terços de les inversions de capital risc a tots els Estats Units. Els mercats de capital risc han esclatat en els darrers anys, de manera que s'han doblat a Amèrica del Nord i a Europa han augmentat més del triple.

4

### Quin comportament té la innovació en el sector serveis?

El paper més fort de la tecnologia i la innovació també es pot observar en el sector serveis, que ara representa entre un 60% i un 70% del sector privat a les economies de l'OCDE. La impressió tradicional és que els serveis no són gaire dinàmics, que tenen un escàs o nul creixement de productivitat i que no innoven. Les anàlisis recents no corroboren pas aquest punt de vista. Molts serveis experimenten un ràpid creixement de productivitat, uns quants són innovadors i les noves feines en el sector serveis demanen un personal cada vegada més qualificat. El sector serveis és, de llarg, el principal demandant d'equipaments TIC i l'actuació de diversos sectors de serveis ha estat fortament afectat per les TIC. Les TIC són importants en els sectors que processen informació, com ara els serveis financers, però també en àrees com la logística, perquè fan molt més eficient el transport. Les TIC estan possibilitant millores de productivitat en molts sectors de serveis, incloent-hi el transport, les comunicacions, el comerç al major i al detall, i serveis financers i

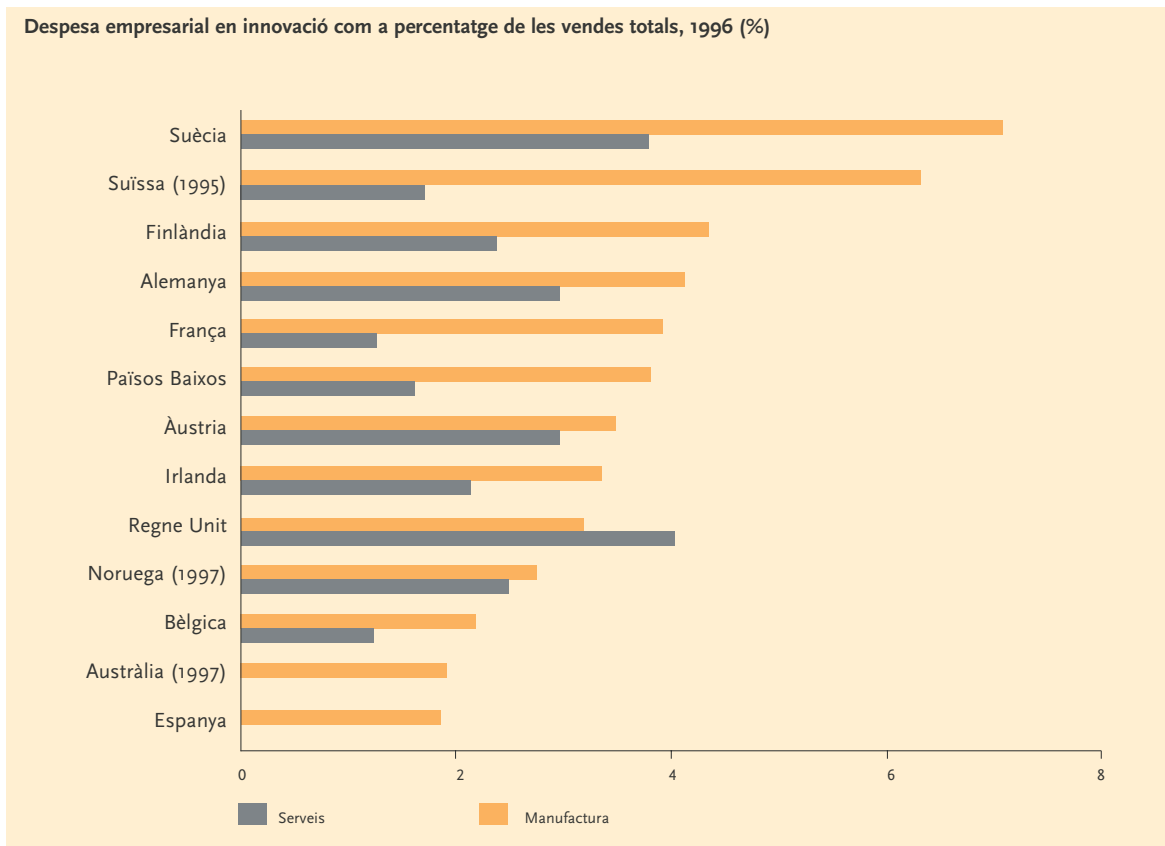
empresarials, malgrat que les estimacions oficials del seu impacte no són gens clares a causa de problemes de mesurament. Tanmateix, el mesurament correcte dels resultats en els serveis podria mostrar que s'hi ha produït un ràpid creixement. [...].

Els serveis també han esdevingut més innovadors. Els estudis sobre la innovació per als països europeus mostren que les empreses de serveis gasten entre un 1,2% i un 4% dels seus ingressos en innovació. En tota l'àrea de l'OCDE, la despesa en R+D en el sector serveis ha augmentat des de menys del 5% del total de l'R+D del sector privat el 1980 fins a més del 15% el 1995. En països que mesuren bé l'R+D dels serveis, com ara el Canadà, s'ha determinat que actualment constitueix fins el 30% del total de l'R+D privada. Actualment, sectors com ara la

comunicació i el transport són més intensius en tecnologia que no pas moltes indústries. Els serveis intensius en coneixement, com ara els serveis informàtics i de consultoria, han experimentat un creixement molt ràpid i són fonts importants d'innovació. Molts altres serveis han esdevingut més innovadors com a conseqüència de la implementació de les TIC en els serveis a domicili, dels efectes de la millora de la competència derivats de la reforma del marc regulador, i del paper creixent del treball en xarxa en el procés d'innovació.

El potencial innovador en el sector serveis no està esgotat. Calen més reformes normatives per facilitar l'accés a les TIC i reduir els costos dels principals serveis TIC, i per promoure la competència i la innovació. La reducció de barreres al comerç i la inversió

Gràfic 3



Font: OCDE (1999), basat principalment en dades d'Eurostat

estrangera en els serveis també pot ajudar a enfortir la competència i ha de promoure la difusió d'idees i conceptes innovadors entre els països. [...]

5

## Quin és el paper de la ciència en la innovació?

El progrés científic ha esdevingut un motor directe del procés d'innovació. El progrés tècnic s'ha accelerat en àrees on la innovació està directament arrelada en la ciència (per exemple, en la biotecnologia, en la tecnologia de la informació, en els nous materials) i les empreses volen establir-hi lligams. Actualment, sovint la innovació requereix més coneixements externs i multidisciplinaris, ja que moltes tecnologies han esdevingut extremadament complexes. La innovació en la indústria informàtica, per exemple, requereix coneixements de diverses disciplines científiques, entre les quals hi ha la física, les matemàtiques i la teoria del llenguatge, com també altres capacitats específiques. A causa de la competència creixent, de l'orientació a més curt termini de l'R+D i de l'elevat grau de canvi en els coneixements exigits, les empreses també s'han vist forçades a estalviar les despeses internes en R+D i a buscar fonts de coneixement alternatives.

Reforçar els lligams entre la ciència i la indústria pot resultar beneficiós tant per a les universitats i altres institucions de recerca, com per a les empreses. Les universitats busquen contactes amb la indústria per assegurar bones perspectives de feina per als estudiants, per mantenir els currículums actualitzats i per obtenir suport per a la recerca. Les universitats líders en la recerca busquen aliances estratègiques amb les empreses per tal de consolidar la seva posició en les xarxes d'innovació i per establir el seu lloc en el mercat del coneixement. El principal benefici per a les empreses sovint consisteix a tenir un millor accés als recursos humans qualificats, encara que sovint també busquen accedir a nous coneixements científics i a les capacitats per treballar en xarxa i per solucionar problemes.

Les institucions i les empreses interactuen de diverses maneres: xarxes de treball públiques i privades, acords de recerca, llicències, publicacions conjuntes, fluxos d'estudiants de les universitats a la indústria, etc. [...]. Les empreses derivades de les universitats i d'altres institucions de recerca, per exemple, són un component vital de les xarxes innovadores i tenen un paper cada vegada més valuós en molts països. Les dades preliminars de l'OCDE suggereixen que la creació d'empreses derivades (*spin-off*) és de tres a quatre vegades més alta a l'Amèrica del Nord que en altres àrees de l'OCDE. La majoria d'aquestes empreses estan concentrades en TIC i biotecnologia, i aquesta és una raó important per al creixent interès polític en aquest canal de la interacció ciència-indústria. Els governs poden ajudar disminuint certs obstacles per a la formació de les empreses derivades (*spin-off*), per exemple, millorant els incentius per als investigadors i els futurs emprenedors.

La mobilitat dels científics entre la ciència i la indústria també és un canal d'interacció important. Les dades disponibles mostren una gran diferència dins de l'OCDE. Als Estats Units, els científics i els enginyers canvien de feina cada quatre anys, i encara més sovint en àrees com ara el programari (*software*) i la tecnologia de la informació. Al Japó, en canvi, només un 20% d'enginyers canvien de feina en tota la seva carrera. La legislació laboral i les condicions del mercat del treball determinen aquesta mobilitat. La impossibilitat de transferir pensions entre els sectors públic i privat és una barrera important per a la mobilitat dels investigadors. Entre les barreres més específiques hi ha la legislació relativa a l'ocupació del sector públic, les normes sobre l'ocupació temporal i les segones ocupacions, i la regulació sobre l'àmbit acadèmic.

Hi ha altres barreres que afecten el lligam entre la ciència i la indústria. Per exemple, la concessió dels drets de propietat intel·lectual varien significativament entre països. Alguns països donen la propietat de la investigació finançada públicament a la institució que l'ha duta a terme; altres, a l'inventor. La concessió de llicències a les institucions fa la

recerca menys exclusiva. A més, els investigadors públics tradicionalment estan avaluats segons la seva recerca, no segons la seva contribució a la indústria, la qual cosa implica que tenen pocs incentius per treballar amb la indústria a l'hora de comercialitzar la seva recerca.

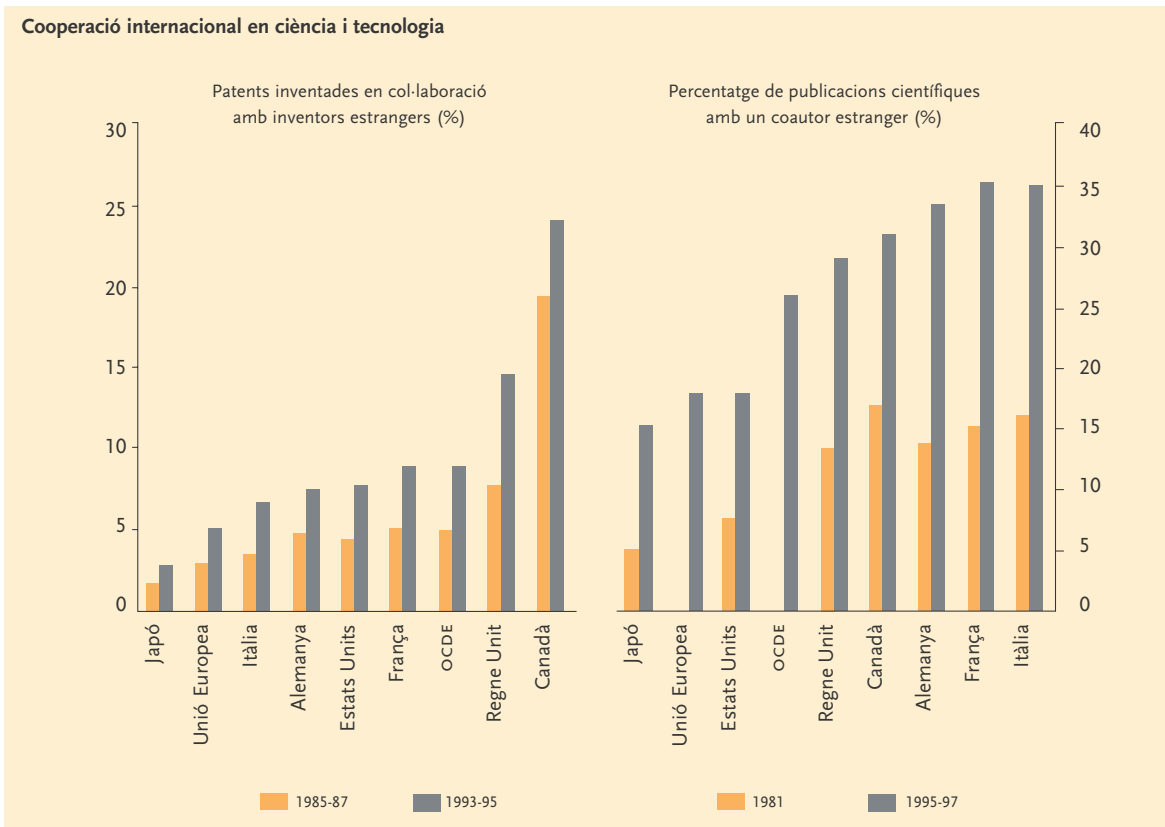
La interacció entre la ciència i la indústria pren diverses formes en diferents països, a causa de les diferències entre les institucions, els marcs reglamentaris, el finançament de la recerca, els drets de propietat intel·lectual, i l'estatus i la mobilitat dels investigadors. Els reptes polítics, per tant, poden diferir. En països amb un paper públic important en l'R+D, com ara Itàlia i Mèxic, la capacitat d'absorció tecnològica del sector privat sovint no està gaire desenvolupada. En països amb una inversió pública mitjana en R+D, com

ara França i el Regne Unit, les polítiques sovint es focalitzen a millorar la interacció entre la ciència i la indústria per evitar la duplicació d'R+D i per fer que la ciència respongui millor a les necessitats de l'empresa. En països amb una implicació pública relativament baixa en R+D, com ara el Japó i els Estats Units, la millora del nivell i la qualitat de la recerca pública sovint és una preocupació clau.

**6**  
**Quin paper tenen les xarxes d'innovació?**

La cooperació i les xarxes entre les empreses han augmentat ràpidament en la dècada dels noranta. Com que els costos i els riscos de la innovació han

Gràfic 4



Nota: les mitjanes de l'OCDE i la UE corresponen a l'any 1995  
Font: OCDE (1999) i National Science Foundation (2000)

augmentat, les empreses s'han especialitzat més, i han passat de tenir una orientació més interna a una de més externa. Les empreses ja no poden cobrir totes les disciplines rellevants perquè molts desenvolupaments clau demanen un bon nivell de coneixements científics i comercials. La necessitat de cooperació entre els participants de diferents camps de d'experiència ha esdevingut més gran per tal de reduir la incertesa i repartir tant els costos com els coneixements. Actualment els governs estimulen la cooperació entre les empreses, i entre les empreses i les institucions de recerca, amb la idea de promoure les sinergies i explotar millor el potencial innovador de les seves economies. La cooperació té molts beneficis potencials, entre els quals hi ha una escala i un abast creixent d'activitats, el repartiment de costos i riscos, més capacitat per afrontar la complexitat, i un augment de la flexibilitat, l'eficiència i la rapidesa.

Actualment les empreses tendeixen a mantenir el control del seu coneixement tàcit —la seva experiència i habilitats— i s'han integrat en xarxes que els proporcionen altres tipus de coneixements. També adquireixen coneixements comprant altres empreses o mitjançant fusions. Entre el 1991 i el 1999 el valor de les fusions internacionals i les adquisicions s'ha multiplicat per més de sis, i ha passat de 85 miliards de dòlars a 558 miliards de dòlars. Les aliances estratègiques també s'han desenvolupat ràpidament al llarg de la dècada, i el 1999 creixen un 40%. El nombre de nous acords de cooperació ha augmentat des d'una mica més de 1.000 el 1989 a més de 7.000 deu anys més tard. Les aliances recents són molt més grans, en escala, que les anteriors. El nombre de noves aliances de TIC, per exemple, s'ha triplicat entre el principi de la dècada dels vuitanta i la meitat de la dècada dels noranta. El 1998 les aliances estratègiques eren la font d'un quart dels guanys de les cent primeres empreses dels Estats Units, el doble que al principi de la dècada dels noranta.

La importància de la xarxa és evident també en la creixent propietat internacional de les invencions. En tota la zona de l'OCDE, la proporció de coinventors estrangers en relació amb el total de patents va créi-

xer des d'un 5% a la meitat de la dècada dels vuitanta a un 9% vuit anys després. Ja el 1995, el 26% de totes les publicacions científiques a la zona de l'OCDE va implicar la col·laboració internacional. De vegades, la col·laboració pot ser motivada per un desig de desenvolupar *de facto* els estàndards tecnològics. Un exemple notable és el desenvolupament del GSM estàndard, que ha facilitat el ràpid creixement en la utilització de telèfons mòbils a Europa. Molts acords de cooperació també estan lligats a les dificultats de les empreses en la utilització i la implementació de TIC i, particularment, a la necessitat de la compatibilitat i de interoperabilitat, per exemple en la banca i les línies aèries. El Consorci de Tecnologia dels Serveis Financers dels Estats Units, per exemple, ha desenvolupat la digitalització de xecs de paper per facilitar-ne el canvi interbancari.

Les grans empreses estan més implicades en les aliances tecnològiques que no pas les petites. Actualment es considera la col·laboració com la primera opció, més que no pas una solució d'últim recurs. A més, les empreses cada vegada col·laboren més en R+D, una activitat en què tradicionalment no cooperaven. Actualment les empreses rarament innoven soles. A Àustria, el 61% de les empreses de productes innovadors van col·laborar amb un o més socis, el 83% a Espanya i fins el 97% a Dinamarca. Les proves disponibles suggereixen que la cooperació entre empreses encara es produeix predominantment entre les empreses nacionals. Tanmateix, les empreses estrangeres, especialment les proveïdores de materials i components i els clients privats, tenen un paper creixent i significatiu en les xarxes d'innovació nacionals.

Els governs han reconegut la importància creixent de les xarxes cooperatives i actualment la majoria intenten, d'una banda, conscienciar les empreses perquè treballin en xarxa i, d'una altra, ajudar-les en la seva recerca de socis en xarxa oferint-los informació i altres serveis adients. L'experiència suggereix que els governs no poden crear les xarxes partint del no-res, però poden arribar a reduir les reserves de les empreses a cooperar entre elles (tot i que generar la confiança suficient requereix temps). Els programes

de facilitació de xarxes a llarg termini, com ara el programa Foresight, al Regne Unit, poden ajudar a unir el govern, la ciència i l'empresa. L'èxit de les xarxes també pot dependre d'altres recursos, com ara l'accés a la tecnologia clau o a importants mercats estrangers. En alguns casos, els governs poden ajudar a encarar aquests problemes.

## 7

## Ha canviat l'entorn per a la innovació?

Hi ha altres factors que han canviat en l'entorn per a la innovació. El capital humà ha estat sempre un factor clau en el procés d'innovació, però la mobilitat internacional dels treballadors qualificats actualment està creixent en importància. Els esforços per atraure o utilitzar recursos humans qualificats procedents de l'estranger estan creixent. Països com ara Austràlia i els Estats Units s'han beneficiat substancialment de la immigració de personal altament qualificat. Hi ha indicis que els Estats Units han estat capaços de sostenir un ràpid creixement en el sector de TIC, particularment en el segment del programari (*software*), on el capital humà és el factor clau, aprofitant els recursos internacionals dels treballadors qualificats. Per tant, la immigració pot ser un dels factors que han permès que l'esclat dels Estats Units continuï, ja que va satisfer algunes de les necessitats més urgents.

Els canvis també s'han produït a escala de les empreses. Tradicionalment, les grans empreses eren vistes com els motors principals de la innovació, però les petites empreses cada vegada tenen un paper més important, bàsicament —però no només— en les àrees d'alta tecnologia. Les petites empreses de nova creació són més flexibles i lliures que no pas les grans empreses ja establertes i, per tant, són essencials per a la “destrucció creativa” que es produeix en períodes de canvi tecnològic. Les empreses de nova creació són fonts importants de noves idees i d'innovació i poden tenir un avantatge sobre les grans empreses establertes en àrees emergents, on els models de demanda no són clars, els

riscos són grans i la tecnologia encara s'ha de posar en pràctica. Microsoft és un exemple notable d'empresa que va començar la seva vida segons aquest model. Als Estats Units, les grans empreses —Cisco en seria un exemple— “van de compres” a Silicon Valley i absorbeixen o adquireixen accions en petits projectes innovadors. Cisco ha adquirit 55 empreses des del 1999, amb un cost de 24 miliards de dòlars. El 1999, Microsoft va adquirir accions en 44 empreses (per 13 miliards de dòlars) i Intel en 35 (per 5 miliards de dòlars).

El finançament de la innovació també ha canviat, en particular per a les empreses de nova creació. Aquestes empreses necessiten el suport dels serveis financers, incloent el capital risc, que són capaços d'avaluar i controlar les empreses innovadores d'alt risc. Les empreses de nova creació requereixen també finançament bancari i, sovint, ajut en la gestió. Actualment, el mercat de capital risc més desenvolupat encara és als Estats Units. La inversió relacionada amb Internet representava més de la meitat del total de la inversió de capital risc als Estats Units el 1999. En termes de nivell d'inversió en capital risc, Europa —on els bancs tradicionals tenen un paper primordial— encara està per darrere dels Estats Units. Al Japó, els capitalistes de capital risc, en gran part subsidiaris dels bancs, tendeixen a tenir petites participacions en moltes empreses, per tal de diversificar el risc. Els capitalistes de capital risc als Estats Units sovint estan implicats en la gestió de les empreses de nova creació; a hores d'ara, però, això encara no és habitual en el cas d'Europa i el Japó. La proporció de la inversió de capital risc en els primers estadis de desenvolupament d'un projecte també es manté relativament baixa a Europa i el Japó, encara que ha estat creixent ràpidament en els darrers anys.

### *Quin paper representen les TIC?*

Les TIC tenen un paper important en molts d'aquests canvis en el procés d'innovació; la dècada dels noranta va ser testimoni d'una ràpida acumulació de maquinari i programari de TIC. Tanmateix, mentre

que els ordinadors sembla que són arreu, la utilització de TIC està concentrada en el sector serveis i en algun sector de fabricació; val a dir que a partir del 1995 se'n va accelerar la difusió, basada en aplicacions com ara el World Wide Web i el navegador, i s'estén ràpidament per tota l'economia. Amb un cost relativament baix, aquestes tecnologies lliguen l'estoc d'ordinadors i els diversos sistemes de comunicació en una xarxa oberta que n'augmenta significativament la utilitat.

Les TIC han reduït significativament els costos d'externalització i han afavorit la cooperació, contribuint així a augmentar el treball en xarxa entre empreses. També són una tecnologia clau per accelerar el procés d'innovació i reduir la durada dels cicles, possibiliten una difusió més ràpida del coneixement i de les idees codificats i han tingut un paper important per fer que la ciència sigui més eficaç i estigui més lligada a l'empresa. Molts possibles medicaments ara es poden identificar —i si cal rebutjar— utilitzant simulacions per ordinador, en lloc dels tests físics, que requereixen molt de temps. Les TIC també constitueixen l'àrea tecnològica amb l'índex més elevat d'innovació mesurat en patents. Del creixement total de patents garantides pel Patent and Trademark Office dels Estats Units en els anys 1992-1999, les TIC en representaven un 31%, i augmentava gairebé un 15% anualment. L'elevat índex de patents per als molts canvis en programari i maquinari de TIC indiquen la necessitat d'utilitzar les TIC amb eficàcia.

Les TIC estan possibilitant molts canvis en l'economia i el procés d'innovació, els quals contribueixen al fet que altres sectors econòmics siguin més innovadors. Si bé la difusió i la inversió en TIC ofereix un major creixement potencial, el canvi organitzatiu és indispensable. Sembla que les TIC ofereixen beneficis més grans quan la inversió que s'hi destina es combina amb altres actius, com ara noves estratègies, nous processos de negoci, noves estructures organitzatives i treballadors millor qualificats. En un estudi recent fet als Estats Units, una quarta part de totes les empreses confirmen que havien fet canvis organitzatius per respondre als canvis que comportava Internet.

La innovació i les TIC estan estretament relacionades amb la recent expansió del creixement. Alguns canvis recents en el procés innovador i els impactes relacionats amb la investigació, com ara el mapa del genoma humà, no es podrien haver produït sense TIC. Inversament, alguna part de l'impacte de les TIC podria no haver-se produït en absència de canvis en el sistema d'innovació i en l'economia en general. Per tant, les polítiques per fomentar la innovació i promoure el creixement necessiten totes dues àrees.

## 8

### Com poden els governs millorar l'entorn per a la innovació?

La capacitat dels països per respondre al ràpid canvi tecnològic depèn en gran part de si disposen, o no, del conjunt adequat de capacitats i del bon funcionament dels mercats de productes i de capitals, ja que aquests factors sostenen un entorn que condueix a la innovació i que és receptiu a les noves tecnologies. Sembla que els Estats Units ho han fet amb prou eficàcia, i el terme "nova economia" sovint es fa servir per descriure el seu reeixit creixement. Al llarg de les dues darreres dècades els Estats Units han introduït una sèrie de mesures per tal d'enfortir la competència, facilitar el treball en xarxa i la cooperació, reforçar els lligams entre ciència i indústria i augmentar els guanys de la inversió en R+D. L'extensió de la protecció de patents a la recerca amb inversió pública (Decret Bayh-Dole, del 1980) ha tingut un impacte significatiu en el grau de transferència de tecnologia per part de la ciència. La despesa federal ha contribuït al progrés científic que ara dona suport al creixement econòmic.

Altres països de l'OCDE amb una actuació econòmica forta, com ara Austràlia, Dinamarca, Finlàndia, Irlanda, els Països Baixos i Noruega, són molt més petits que els Estats Units. En el seu cas, l'obertura a les noves tecnologies de l'estranger és crucial. No obstant això, per a països especialitzats en certs

camp tecnològic és essencial tenir una forta base de coneixements en aquests camps. En general, tots aquests petits països de l'OCDE han emprat un ampli programa de reforma estructural que ha millorat el clima empresarial, ha reforçat la competència i ha empès les empreses a millorar el rendiment, cosa que ha de possibilitar la innovació i el creixement.

L'experiència de tots aquests països mostra que la competència és una necessitat. Les empreses tan sols inverteixen en innovació i tecnologia que augmenten l'eficiència si creuen que els guanys els revertiran i si la competència els força a fer-ho. La competència també és important per fer abaixar el cost de la tecnologia. Per exemple, l'elevat índex de la inversió en TIC als Estats Units del 1995 ençà està estretament lligat al descens extremament ràpid del preu de l'equipament informàtic entre el 1995 i el 1998, de gairebé un 28% anual. Això és clau perquè tecnologies com ara la TIC i Internet es difonguin en tota l'economia. El canvi tecnològic mateix també ha conduït a la pèrdua del caràcter monopolista de moltes parts del mercat de telecomunicacions i, així, ha introduït més competència i reformes normatives.

La liberalització dels mercats de telecomunicacions i la reforma reglamentària faciliten la inversió en TIC, atès que el preu de les telecomunicacions afecta la difusió de TIC i, per tant, d'Internet. Els països de l'OCDE difereixen en l'aprofitament de les TIC, en part a causa del ritme variable de la liberalització del mercat de les telecomunicacions. On aquesta liberalització es produeix lentament, això ha limitat la inversió en les infraestructures necessàries i ha encarat els costos. Molts països amb èxit de l'OCDE es van afanyar a liberalitzar les telecomunicacions i les indústries de tecnologia de la informació. Els països nòrdics, els Estats Units i el Canadà són actualment els primers pel que fa a visites a Internet. El marc normatiu, el preu de les trucades locals —incloent-hi els impostos— i una insuficient massa crítica d'usuaris de TIC en alguns països són factors importants que contribueixen a les diferències entre països en la difusió d'Internet.

Les diferències en l'entorn empresarial per a empreses de nova creació, com ara l'accés a capital

humà i capital risc, el grau de subjecció a la regulació administrativa i les condicions per a l'establiment d'empreses, també poden afectar el procés econòmic i innovador. Moltes economies amb èxit de l'OCDE, com ara Austràlia, Dinamarca, Irlanda i els Estats Units, tenen barreres administratives relativament baixes per a les empreses de nova creació. Les diferències entre els sistemes financers, particularment en el grau en què són capaços de finançar projectes arriscats, poden afectar la innovació en indústries emergents i per tant el creixement, de manera que noves empreses amb accés limitat al finançament poden ser incapaces de créixer o d'invertir en innovació. Els països amb mercats financers ben desenvolupats i inversors en capital risc poden estar més ben preparats per a la innovació i la recol·locació de capital en aquestes noves indústries que no pas països en els quals la banca tradicional té un paper dominant.

La capacitat d'establir aliances tecnològiques entre empreses, o compromisos en fusions i adquisicions, i el grau d'obertura per al comerç i la inversió directa estrangera també tenen un paper significatiu en la innovació, com a desenvolupaments clau en noves àrees que esgrimeixen un espectre ampli de coneixement científic i comercial i fan que la cooperació esdevingui una necessitat. Tanmateix, la cooperació en la recerca precompetitiva necessita el contrapès de les autoritats de defensa de la competència en estadis posteriors. [...]

D'altra banda, la manca de personal qualificat és un obstacle important per a la innovació, i cal resoldre'l. Malgrat que es pot recórrer a augmentar la mobilitat internacional dels recursos humans, els països també han d'actuar sobre el sistema educatiu, la millora de les capacitats i la gestió dels recursos humans a escala nacional. Els nivells inicials d'educació ja no són suficients en una economia en què les demandes canvien contínuament; l'aprenentatge durant tota la vida és cada vegada més important. La creativitat, el treball en equip i les capacitats cognitives són necessaris en la mesura en què les economies es basen en la innovació.

9

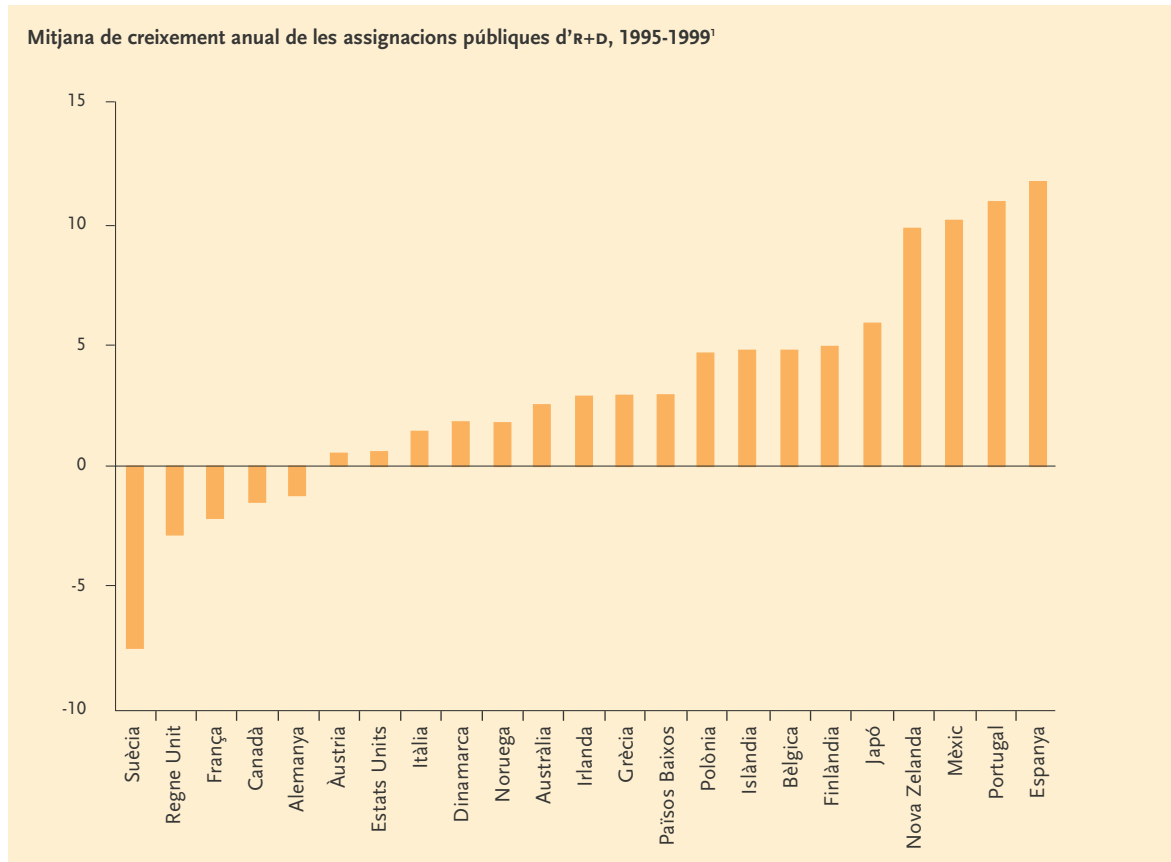
## Quin és el paper del govern en el finançament en ciència?

Obtenir els beneficis suficients de la inversió pública en ciència i R+D és una tasca central dels governs. Els lligams entre la ciència i la indústria no estan desenvolupats de la mateixa manera a tots els països de l'OCDE. Tot i que s'emprenen reformes, un treball recent fet a l'OCDE suggereix que els diversos marcs reglamentaris i unes estructures d'incentius deficients continuen limitant la cooperació a molts paï-

sos. Països pròspers, com ara Dinamarca, Finlàndia i els Estats Units, sembla que es caracteritzen per tenir uns forts lligams entre la ciència i la innovació industrial.

La ciència també té una importància creixent si els països volen beneficiar-se de l'estoc global de coneixements. La recerca científica bàsica és la font de moltes tecnologies que estan transformant la societat, com ara Internet i el làser, mentre que les ciències de la vida estan contribuint a l'assoliment d'avenços en la cura de la salut i la biotecnologia a una velocitat que mai no s'havia produït. Un gran nombre d'aquests descobriments i invents científics

Gràfic 5



1. O l'últim any disponible, per exemple, 1997 per a Nova Zelanda, 1998 per a Austràlia, Bèlgica, el Canadà, França, Alemanya, Irlanda, Itàlia, Mèxic, Polònia i el Regne Unit, 2000 per a Dinamarca, Finlàndia, el Japó, Noruega i els Estats Units.

Font: OCDE, *Mains Science and Technology Indicators*, maig del 2000; sèries deflactades a partir de l'índex de preus de la producció

es donen per atzar, de vegades com a producte col·lateral d'esforços de recerca més focalitzats, però sovint com a resultat de la curiositat científica. Aquests descobriments, que normalment es qualifiquen com de "casualitat", són, per la seva naturalesa, imprevisibles. La importància de la casualitat implica que els governs no haurien d'anar massa lluny a l'hora d'orientar la recerca científica cap a objectius socials o econòmics precisos. Tanmateix, els governs poden ser capaços de donar directrius àmplies en la recerca a llarg termini en àrees que requereixen [per la seva complexitat] una comprensió més gran. Els recursos s'haurien d'assignar per concurs, on els principals criteris haurien de ser l'excel·lència científica i el mèrit intel·lectual.

És particularment important que la recerca amb finançament públic contribueixi a proporcionar les primeres llavors de la innovació. La reducció del producte del sector privat i dels cicles d'R+D comporten el risc de no invertir prou en la recerca científica i en les tecnologies a llarg termini amb àmplies aplicacions. D'altra banda, la comercialització excessiva de la recerca amb inversió pública desenvolupada a les universitats i els laboratoris públics pot reduir l'atenció que cal prestar a la recerca a llarg termini. Per aquest motiu, quan calgui que la recerca governamental compleixi uns objectius públics, com ara la salut, l'energia o la defensa, la política del govern haurà d'establir un equilibri entre adjudicar el finançament públic per sistemes de concurs o bé assignar els fons per a projectes específics.

Els governs, especialment els dels països més petits de l'OCDE, no poden finançar tots els camps de la ciència. Per tant, un nombre creixent de països de l'OCDE complementen la inversió institucional en recerca científica centrant els seus esforços a millorar les capacitats. Molts d'aquests esforços s'adrecen a crear "centres d'excel·lència", particularment en nous camps. A banda de tenir efectes directes en el desenvolupament del coneixement i en les capacitats d'innovació, la creació de centres de recerca mundials té un paper important en la formació de xarxes i clústers. Ajuden a establir un entorn de col·labora-

ció entre els investigadors de la indústria i la universitat, i proporcionen una massa crítica de persones que poden estendre la recerca i difondre la tecnologia resultant. Aquests centres també actuen com a imants per al personal altament qualificat de tot el món.

10

## El suport del govern a l'R+D privada és eficaç?

El suport del govern a la ciència i la innovació s'estén més enllà del suport a la ciència i la recerca a llarg termini. La majoria de governs de l'OCDE estimulen l'R+D i la innovació en el sector privat, ja que la bretxa entre els guanys privats i socials de l'R+D pot comportar que el sector privat no inverteixi prou en R+D, també a causa del fet que la incertesa és inherent a la innovació. Una qüestió clau pel que fa a aquest suport financer és si els governs poden identificar, de manera prou acurada, les àrees a les quals s'hauria de dirigir el suport. La qüestió no és tant "escollir un guanyador" com identificar els camps tecnològics que poden nodrir innovacions que tinguin grans beneficis per a la societat. A més, dissenyar aquests programes és important. En proporcionar suport directe per a l'R+D empresarial, els governs hauran de considerar cada vegada més si els nous recursos de finançament, com ara el capital risc, no poden substituir una part d'aquest suport.

Els governs donen suport a l'R+D privada de diverses maneres, incloent-hi el suport directe, les deduccions fiscals i el finançament de les universitats i centres de recerca, però les anàlisis de l'OCDE mostren que no totes són igualment eficaces. Tant els incentius fiscals com el suport públic directe estimulen l'R+D de les empreses, però la recerca desenvolupada pel govern i les universitats poden expulsar l'R+D privada. Malgrat que la recerca finançada públicament no afecta directament l'R+D privada, pot generar tecnologia que sigui utilitzada per l'empresa. L'R+D en defensa té un impacte negatiu en el finançament privat en R+D [...].

L'eficàcia d'aquestes polítiques varia segons els països. Els que financen massa —o massa poc— les empreses estimulen menys l'R+D privada que no pas els que tenen un nivell mitjà de finançament. L'eficàcia de la inversió pública de l'R+D empresarial sembla que té forma d'*U* invertida, que augmenta cap a un grau de subsidiarietat d'un 13% i descendeix si és més alt. Sembla que per damunt d'un nivell de subsidiarietat del 25%, els diners públics addicionals se substitueixen per inversió privada. Aquestes xifres són il·lustratives, ja que els límits reals depenen de les polítiques concretes utilitzades i de les condicions econòmiques, que difereixen entre els països i canvien amb el temps. En segon lloc, les polítiques estables semblen més efectives que les polítiques discrecionals. En tercer lloc, l'eficàcia de les eines polítiques depèn de la combinació dels instruments polítics. En particular, el finançament públic de l'R+D privada i els incentius tributaris són substitutius: la major utilització de l'un redueix l'eficàcia de l'altre.

Això suggereix alguns aspectes que cal tenir en compte. Primer, qualsevol tipus de suport públic a l'R+D empresarial és més probable que sigui eficaç si està integrat en un marc a llarg termini, ja que això redueix la incertesa. En segon lloc, els diferents instruments polítics haurien de ser consistents, la qual cosa implica que les diverses agències implicades necessiten coordinar-se. En tercer lloc, si el govern vol estimular l'R+D empresarial hauria d'evitar destinar-hi massa pocs o excessius recursos. [...] la recerca desenvolupada en universitats té usos potencials per a les empreses, i el finançament públic centrat en objectius sembla que augmenta la transferència de tecnologia des de les universitats.

## 11

### La política governamental s'ajusta a la innovació en la nova economia?

Molts governs de l'OCDE estan fent passos per ajustar les seves polítiques a la creixent importància de la ciència, la tecnologia i la innovació. Darrerament, paï-

sos com ara Àustria, França, el Japó, Corea, Mèxic, Portugal i Espanya estan emprant iniciatives a gran escala per reformar les seves polítiques de ciència, tecnologia i innovació (STI) en els darrers anys. Molts països, entre els quals hi ha Finlàndia, Irlanda, el Japó, Corea i Nova Zelanda, estan augmentant el seu suport a la base científica. Als Estats Units, el suport a la recerca bàsica es va incrementar de més d'un 10% en el pressupost de l'any 2000. Aquests esforços sovint apunten a augmentar la contribució de la ciència al creixement econòmic i també a plantejar reptes, com ara el medi ambient. Molts països estan emprant la reforma universitària amb una idea de més autonomia, una inversió més competitiva i centrada en el rendiment, i la comercialització dels resultats de la recerca pública. Les normes que regeixen les relacions entre ciència i indústria també estan sent revisades. Trencant amb el tractament igualitari de les universitats, molts països estan establint centres d'excel·lència. Això ajuda a crear i a difondre coneixements, i pot actuar com a nucli de xarxes d'innovació.

També s'està donant molta importància a àrees de creixement noves, com ara la biotecnologia i la promoció d'empreses de nova creació, per exemple, mitjançant el suport per a mercats de capital risc i les reformes normatives. Cada vegada es reconeix més el paper de les xarxes: el finançament en R+D està més lligat a la col·laboració en grups de recerca, les interaccions entre ciència i indústria són un focus de política clau i diversos països emfasitzen la formació de clústers. També es presta atenció a incentivar estructures per als investigadors i a augmentar la mobilitat del personal dins del sistema científic i entre la ciència i la indústria. La mobilitat internacional dels treballadors altament qualificats i la preocupació per la "fuga de cervells" són temes clau en la política de diversos països.

Els països també estan intensificant els esforços per avaluar els resultats de la política. Es dona més atenció a les qüestions relacionades amb la TIC en els nivells més alts del govern, sovint mitjançant l'establiment d'un consell ministerial d'alt nivell per a la política de TIC o mitjançant una coordinació més

gran en l'àrea de la TIC. Molts països també estan incrementant els seus esforços per implicar la societat en el desenvolupament de polítiques de TIC. Els programes de previsió i els procediments de consultoria per desenvolupar plans a llarg termini han esdevingut comuns a tota l'àrea de l'OCDE. Austràlia i els Estats Units, per exemple, van celebrar grans cimeres d'innovació l'any passat.

Fins i tot països als quals l'OCDE va fer algunes recomanacions polítiques en el passat (per exemple, Austràlia, Finlàndia, els Estats Units) estan fent canvis polítics substancials, cosa que prova que aquesta és una àrea que necessita atenció constant. Molts governs treballen amb les empreses, els investigadors i altres socis per dissenyar i implementar polítiques, ja que la implicació activa dels interessats proporciona un canvi més durador. És difícil avaluar si els canvis que ara s'estan fent seran prou eficaços. Les millors pràctiques continuaran evolucionant, com ho farà també la necessitat de revisar les polítiques. Els països que s'han implicat recentment en la reforma han fet només el primer pas per aconseguir que els seus sistemes d'innovació siguin més eficaços. Queda un espai considerable per al progrés futur i per aprendre dels enfocaments que han reeixit en els avenços científics, la innovació i el creixement econòmic.

12

## I després... què?

Arreu de l'OCDE s'estan produint molts canvis pel que fa a la política relativa a la ciència i la tecnologia. L'OCDE pot contribuir a difondre en tots els estats membres les pràctiques polítiques més adequades. Ara com ara els esforços se centren a identificar els lligams entre la ciència i la indústria als diferents països de l'OCDE, cosa que ens ajudarà a entendre les principals barreres que afecten el paper de la ciència i la innovació i contribuirà a millorar les polítiques dels països membres. El 2001 el treball de l'OCDE sobre el creixement econòmic conclourà amb un informe global als ministres que inclourà un conjunt de recomanacions polítiques relatives al paper de la ciència, la tecnologia i la innovació en el creixement econòmic. Els esforços també continuaran amb vista a desenvolupar mesures dirigides a afavorir l'avenç científic i el progrés tecnològic, especialment en àrees rellevants per a la nova economia, que portaran a una millor comprensió de les arrels del creixement econòmic i el canvi social.