

TIC, coneixement i activitat econòmica a Catalunya

Una exploració empírica de l'economia
del coneixement a partir de l'anàlisi
input-output

Joan Torrent i Sellens

PID_00199003



Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>

Índex

Introducció.....	5
1. L'estructura econòmica del sector TIC a Catalunya.....	11
2. L'economia del coneixement a Catalunya.....	30
3. Coneixement i productivitat a Catalunya: una aproximació empírica.....	38
4. Conclusions.....	57
Resum.....	63
Bibliografia.....	65

Introducció

Avui l'activitat econòmica es troba immersa en un procés de transformació profund. Per bé que els fonaments d'aquesta dinàmica són múltiples, hi ha un consens acadèmic que atribueix la responsabilitat d'aquest procés a una triple interacció:

- a) Un procés de revolució tecnològica, liderat per la inversió i l'ús massiu de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC).
- b) Una dinàmica d'ampliació temporal i espacial dels mercats de factors i de productes, o procés de globalització.
- c) Un nou patró en les pautes de demandes de consum i d'inversió de famílies i d'empreses (Kranzberg, 1985; Mokyr, 1990; David, 1990; Greenspan, 1999; Castells, 2004; Vilaseca i Torrent, 2005b).

En aquest sentit, es pot afirmar que les TIC –que comprenen, a grans trets, el conjunt convergent d'aplicacions digitals de microelectrònica, informàtica, telecomunicacions, optoelectrònica i els avenços recents de la nanotecnologia i la biotecnologia– es consoliden com a tecnologies d'utilitat general –*general purpose technologies*– (Bresnahan i Trajtenberg, 1995; Jovanovic i Rousseau, 2005; Albers, 2006) i es converteixen en la base material d'un nou paradigma tecnicoeconòmic (Dosi i altres, 1998; Torrent, 2004) a partir del qual es desenvolupa un procés de revolució industrial (Crafts, 2000; De Long, 2001; Atkeson i Kehoe, 2001; Baily i Lawrence, 2001; Baily, 2002). Efectivament, aquest procés de canvi, caracteritzat per la interconnexió en xarxa, per la inversió, la davallada de preus i l'ús persistent de les TIC, i per la presència creixent dels fluxos d'informació i de coneixement a l'esfera econòmica, s'ha convingut a denominar-lo *el procés de transició cap a l'economia del coneixement* (Pérez, 2002; Rodrigues, 2002; Stehr, 2002; Vilaseca i Torrent, 2005b; Rooney, Hearn i Ninan, 2005; Dolfman i Soete, 2006).

Així doncs, l'economia del coneixement es consolida per mitjà d'una nova propietat tècnica: l'aplicació de nous coneixements i informacions sobre aparells de generació de coneixement i del procés de la informació i la comunicació (Castells, 1996 i 2000). En efecte, actualment l'aplicació econòmica del coneixement s'utilitza, més que mai, en la generació del propi coneixement. Un exemple il·lustratiu: durant la segona revolució industrial el coneixement científic va desenvolupar el motor de combustió interna que, progressivament, es va consolidar com una tecnologia clau de l'esquema productiu. En aquest cas, el coneixement va desenvolupar una tecnologia que, aplicada tècnicament als processos de producció, va generar un canvi radical a l'activitat econòmica. En el cas del procés de digitalització, disposem d'unes tecnologies

que, com sempre, es fonamenten en l'aplicació econòmica del coneixement per a desenvolupar productes i serveis d'una manera reproduïble. Ara bé, i això és novetat, la incidència d'aquest coneixement no es limita a la tecnologia de la producció, ja que les TIC també incideixen sobre la generació del propi coneixement. En efecte, les TIC són unes tecnologies que, com a tals, són coneixement i, a més a més, amplifiquen i prolonguen la ment humana. En altres paraules, ens trobem davant d'un estoc social de saber que utilitza el coneixement com a *input* i que contribueix directament a la generació de coneixement com a *output* (Torrent, 2004).

En síntesi, i emprant una visió àmplia dels processos tecnològics, entesos com el domini de l'home sobre la natura i el seu entorn social (McClellan i Dorn, 1999), les TIC no solament incideixen en la capacitat de reproducció i control de l'entorn, sinó que, més que mai, disposen d'unes tecnologies que actuen directament en el domini de l'home sobre si mateix o, més correctament, sobre la generació del seu propi coneixement. En contraposició a les tecnologies de base manufacturera, que incidien sobre el treball manual, l'aplicació de les TIC a l'aparell productiu amplifica i substitueix el treball mental (Autor, Levy i Murnane, 2001; Vilaseca i Torrent, 2003). Quina és, doncs, la conclusió més rellevant de l'anàlisi d'aquesta característica intrínseca de les tecnologies digitals? Sembla evident que l'aplicació productiva de les TIC presenta un grau elevat d'associació amb l'estoc i la dinàmica de coneixement que hi ha en una economia. En aquest sentit, si volem analitzar alguns aspectes vinculats a la revolució tecnològica liderada per les TIC, hem d'enfocar també la nostra anàlisi en la dimensió econòmica del coneixement.

Si per *coneixement* entenem allò que ens planteja l'epistemologia –això és, el procés humà i dinàmic de justificació adequada d'una creença (Terricabres i altres, 2001)–, podem concebre el fet econòmic de la seva producció, distribució, intercanvi i consum, ja que l'acte de conèixer és exclusivament humà i, com a tal, econòmicament plantejable. D'aquesta manera, i apel·lant a la seva facilitat de reproducció (Polanyi, 1978; Nonaka i Takeuchi, 1995; Foray i Lundvall, 1996), es pot afirmar que en l'esfera econòmica interactuen dos tipus de coneixement: el coneixement explícit o observable i el coneixement implícit o tàcit. El primer es refereix al saber que es pot expressar amb un llenguatge formal i sistemàtic, de manera que és possible processar-lo, transmetre'l i emmagatzemar-lo amb facilitat. El segon es refereix al saber que està associat bàsicament al factor treball i que es basa en elements tècnics i cognoscitius, com l'experiència pràctica, les habilitats, les qualificacions o les competències, difícils de detallar i, per tant, d'explicitar.

Com incideixen les TIC en la producció de coneixement observable i tàcit? Bàsicament, la resposta es materialitza per mitjà de dues vies (Geuna, 1999; Antonelli, Geuna i Steinmueller, 2000; López Cerezo i Sánchez Ron, 2001). En primer lloc, la millora espectacular en l'accés i en la gestió dels fluxos d'informació ens condueix cap a una relaxació notable de les barreres d'entrada a la difusió del coneixement, cosa que es tradueix en forma d'un in-

crement substancial de l'estoc de coneixement observable. La segona via, vinculada a l'anterior, és la millora de les possibilitats d'accés i de difusió d'alguns elements que incideixen sobre la producció de coneixement tàcit, que en alguns casos es transforma en observable, mentre que en altres ocasions altera els requisits i les habilitats formatives i d'experiència de la força de treball, i les competències que s'han de desenvolupar en el lloc de treball.

D'altra banda, l'activitat econòmica diària ens proporciona infinitat d'exemples de transaccions de productes i serveis basats en el coneixement, des de qualsevol mercaderia que es pugui digitalitzar fins als intercanvis de capacitats entre els agents econòmics. D'aquesta manera, podem afirmar que la interacció entre TIC i coneixement fa que aquest darrer deixi de ser únicament un recurs per a la producció. En aquest context, les mercaderies basades en el coneixement adquireixen unes característiques econòmiques particulars (Shapiro i Varian, 1999; Vilaseca i Torrent, 2005b) amb propietats de bé públic i de bé d'experiència, externalitats importants, rendiments creixents i economies de xarxa. Addicionalment, a mesura que el coneixement generat es torna més fàcilment transmissible, la utilitat marginal del seu accés i les barreres de sortida d'aquest tipus de mercaderies tendeixen a disminuir (Torrent, 2002).

En síntesi, la interacció creixent entre les TIC i el coneixement ens permet plantejar aquest darrer com un recurs i com una mercaderia d'importància econòmica progressiva. D'aquesta manera, podem definir l'economia del coneixement com la branca d'anàlisi que estudia el comportament i els fets derivats de l'aplicació econòmica del saber (Torrent, 2004). En aquest sentit, és important destacar que la concepció que l'economia del coneixement fa del seu recurs i de la seva mercaderia bàsica ultrapassa la visió econòmica tradicional, més fonamentada en l'anàlisi del coneixement científic i tecnològic, per endinsar-se, també, en l'anàlisi del coneixement tècnic i de les capacitats, fàcilment transmissibles o no, dels agents en la seva actuació econòmica. De fet, a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta la manifestació del saber a l'activitat econòmica ha alterat substancialment alguns dels comportaments dels agents econòmics, ha generat l'aparició de noves activitats i n'ha transformat moltes de les ja existents. És, precisament, en aquest sentit més ampli, d'interacció entre les TIC i totes les formes existents de coneixement, que l'economia del coneixement pren rellevància, fins al punt que aquest recurs i aquesta mercaderia es converteix en un dels elements determinants de l'explicació dels nivells i dels avenços de productivitat i de competitivitat i, en conseqüència, del creixement econòmic i del benestar material de les societats modernes (OCDE, 2003; Jorgenson, Ho i Stiroh, 2005; Mas i Quesada, 2005).

Més endavant farem una aproximació preliminar i empírica a l'economia del coneixement a Catalunya a partir de les dades que ens proporciona la taula *input-output* del 2001. El treball dut a terme té limitacions importants, sobretot pel que fa a la identificació i a l'aproximació sectorial, la manca d'indicadors de preus, la no-disposició d'una sèrie temporal i les mateixes restriccions imposades a l'anàlisi. Tot i aquestes limitacions, la disposició de la matriu d'usos

i recursos per a 122 branques d'activitat de l'economia catalana, i també de les dades, entre d'altres, de VAB, ocupació, productivitat i renda, fa molt atractiva la idea de mesurar, per primera vegada i per al conjunt del teixit productiu de Catalunya, la importància relativa del sector TIC i de l'economia del coneixement, i també els efectes sinèrgics que exerceixen cap a la resta de branques productives i d'activitats econòmiques. Sobrepassarem intencionadament l'anàlisi estricta del sector industrial, entre altres raons perquè la identificació del sector TIC abraça rúbriques tant de la indústria com dels serveis. A més, i com que les dades ens ho permeten, ens aproximarem al càlcul dels efectes sinèrgics de les TIC cap al conjunt de branques, industrials o no, del teixit productiu de Catalunya.

Inversió i usos de les TIC a Catalunya

A partir d'una enquesta *ad hoc* a una mostra representativa de 2.038 empreses catalanes, l'equip d'investigació de l'Observatori de la Nova Economia (ONE) de la Universitat Oberta de Catalunya va analitzar l'impacte de la inversió i els usos de les TIC sobre els elements de valor i els resultats principals de l'activitat empresarial al Principat durant el 2003. Per bé que les dades obtingudes manifestaven un estadi molt inicial en l'ús de les TIC (un 71,7% feien aquell any un ús insuficient de les TIC, amb la no-disposició o una única disposició de sistemes tecnològics digitals a les àrees d'operacions –producció i aprovisionament/distribució–, màrqueting i organització i recursos humans –bàsics: comptabilitat i facturació, nòmines i comunicació interna; i complexos: gestió de dades, informació per a la direcció i gestió integrada–), els resultats eren concloents en relació amb la vinculació positiva entre els usos de les TIC i el nivell de productivitat del treball, mitjançant la intensitat tecnològica i de coneixement i el descabdellament dels processos d'innovació. Amb tot, aquesta investigació només feia referència a l'entramat productiu privat de les empreses catalanes (Vilaseca i Torrent, 2005a). Per a més informació, vegeu www.uoc.edu/in3/pic/cat/pic2.html

Així doncs, amb aquesta exploració empírica pretenem contrastar l'abast i el calat del procés de canvi estructural liderat per les TIC i l'economia del coneixement per a l'economia catalana i per a l'any 2001. Ho farem amb exercicis d'estètica comparativa i en concret ens plantejarem, en sintonia amb la investigació internacional actual, les qüestions d'investigació següents:

- a) Podem identificar alguns components del sector TIC a Catalunya amb les rúbriques disponibles de la taula *input-output*? Quina és la seva estructura econòmica? I els efectes sinèrgics cap a la resta de branques d'activitat?
- b) És possible identificar alguns dels components principals de l'economia del coneixement a Catalunya? La interacció entre TIC i coneixement té un paper important a l'economia catalana? Aquesta interacció té efectes d'arrossegament?
- c) Podem explicar el nivell de productivitat aparent del treball de l'economia catalana amb un model explicatiu que es basi en la combinació entre la dependència del capital i la productivitat total dels factors, segmentats per la seva intensitat en ús de TIC i de coneixement?

Així doncs, i després d'aquesta introducció, hem dividit el treball en tres apartats:

- En el primer analitzarem l'estructura econòmica del sector TIC i els seus efectes d'arrossegament cap a la resta de branques d'activitat.
- En el segon, explorarem empíricament l'economia del coneixement i també n'analitzarem l'estructura econòmica i les externalitats.
- En el tercer, desenvoluparem el model explicatiu de la productivitat aparent del treball.
- Finalment, un apartat de conclusions, amb els resultats principals identificats, les limitacions de l'anàlisi, línies d'investigació futures i la bibliografia utilitzada.

1. L'estructura econòmica del sector TIC a Catalunya

Quan perseguim l'objectiu de parametritzar l'estructura econòmica del sector TIC, la primera dificultat a la qual ens enfrontem és delimitar els subsectors que la integren. El punt de partida de les mètriques del sector TIC l'estableixen un conjunt d'investigacions elaborades pel Departament de Comerç dels EUA (1998, 1999 i 2000).

Citació

L'informe de l'any 2000 incorpora tota una declaració de principis:

“Aquest és el tercer informe anual del Departament de Comerç sobre l'economia digital. Els primers dos informes els vam titular *The Emerging Digital Economy*. Aquesta tercera edició té un nou títol, perquè l'economia i la societat digitals ja no es poden considerar emergents. Ja les tenim aquí. Definitivament, els americans hem entrat en una nova era on l'experiència econòmica i social està absorbida per uns canvis tecnològics digitals que generen noves vies de treball, nous mitjans i maneres de comunicar-se, nous béns i serveis i noves formes de fer comunitat.”

Departament de Comerç dels EUA, 2000, pàg. 5.

Aquestes investigacions fan incidència en el procés de digitalització com a fonament del canvi en el patró de creixement de l'economia dels EUA i defineixen quines són les produccions integrades al sector TIC i quina contribució fa aquest sector al creixement econòmic agregat dels EUA.

Pel que fa a la identificació de les branques productives que s'integren dins del sector TIC, cal destacar l'agrupació en tres components: el maquinari (*hardware*), el programari (*software*) i els equips i serveis de comunicacions.

Maquinari, programari i comunicacions

- Dins del maquinari trobem els ordinadors, equips informàtics i components, i també els instruments de càlcul i la maquinària d'oficina. A més, s'incorporen a aquesta branca d'activitat totes les indústries auxiliars dels components de la informàtica: tubs electrònics, circuits integrats, semiconductors i altres components electrònics, així com els instruments de mesura i precisió, tant els industrials com els elèctrics i de laboratori. Finalment, hi ha un capítol de vendes de maquinari, ja siguin a l'engròs o al detall.
- El subgrup del programari incorpora un ventall ampli d'activitats de la indústria de desenvolupament de programari. En concret, s'hi engloben els serveis de programació, gestió, reparació i manteniment d'ordinadors, i també el programari, el disseny de sistemes integrats i els serveis de recuperació de la informació. Igual que en el maquinari, també s'incorporen les vendes de programari (a l'engròs i al detall), així com els serveis de lloguer i lísing d'ordinadors.
- El capítol de comunicacions del sector TIC inclou tant els equips com els serveis de comunicacions. En concret, els equips d'àudio, vídeo domèstic, telefonia, telègraf, ràdio i televisió i els serveis de comunicacions telefòniques i telegràfiques i les emissions de ràdio, televisió, cable i altres televisions de pagament.

A partir d'aquesta primera identificació, l'OCDE (2000 i 2002) va plantejar els principis bàsics de les mercaderies resultants del sector TIC, agrupant, però distingint, entre les de la indústria manufacturera i les dels serveis. A grans

trets, es pot afirmar que el sector TIC és una branca productiva que utilitza les tecnologies digitals per a produir béns i serveis que processin, transmetin, visualitzin, detectin, mesurin, reproduïxin i controlin la informació i la comunicació i en permetin el tractament. En efecte, segons aquesta institució, la definició agregada del sector TIC es basa en els principis bàsics següents:

“Per a la indústria manufacturera, els productes d’un sector candidat: a) han de complir la funció de procés de la informació i la comunicació, incloent-hi la transmissió i la visualització; i b) han d’utilitzar els processos electrònics per a detectar, mesurar i/o reproduir fenòmens físics o controlar processos físics. Per als serveis, els productes d’un sector candidat: han de permetre la funció de processament de la informació i la comunicació amb mitjans electrònics.”

OCDE, 2000, pàg. 7.

Aquesta delimitació conceptual del sector TIC es tradueix en un conjunt d’activitats que podem agrupar en:

a) La manufactura de maquinari, equips, components, accessoris i instruments de mesura i control.

b) Els equips de comunicació.

c) Els serveis del programari, les vendes i lloguers de maquinari.

d) Els serveis de telecomunicacions.

La taula 1 recull les equivalències entre l’agrupació del Departament de Comerç dels EUA i la de l’OCDE, amb els codis de dues classificacions de l’activitat econòmica: l’*Standard industrial classification* (SIC) dels EUA i la *International standard industrial classification* (ISIC), emprada per l’OCDE.

Taula 1. Les branques productives del sector TIC

Descripció (Departament Comerç EUA)	SIC	ISIC	Descripció (OCDE)
Maquinari			
Ordinadors i equips informàtics	3571,3572,3575,3577		
Calculadores i màquines d’oficina	3578,3579		
Instruments de gravació òptics i magnètics	3695	3000	Maquinària d’oficina, de càlcul i ordinadors
Tubs electrònics	3671		
Circuits integrats	3672		
Semiconductors	3674	3130	Fils i cables aïllants
Altres components electrònics	3666	3210	Vàlvules i tubs i altres comp. electrònics

* La classificació de l’OCDE no incorpora les vendes al detall.

Font: elaboració pròpia a partir del Departament de Comerç dels EUA (1998 i 2000) i de l’OCDE (2000 i 2002)

Descripció (Departament Comerç EUA)	SIC	ISIC	Descripció (OCDE)
Instruments de mesura industrial	3823	3313	Equips de control del procés industrial
Instruments de mesura elèctrica	3825		
Instruments analítics de laboratori	3826	3312	Inst. i aplicacions de mesura no industrial
Vendes a l'engròs d'ordinadors i equips informàtics	5045		
Vendes al detall d'ordinadors i equips informàtics	5734	5150	Vendes de maquinària, equips i similars*
Programari i serveis			
Serveis de programació d'ordinadors	7371		
Programari per a ordinadors	7372		
Vendes a l'engròs de programari	5045		
Vendes al detall de programari	5734		
Disseny de sistemes integrats de programari	7373		
Processos i preparació de dades per ordinador	7374		
Serveis de recuperació de la informació	7375		
Serveis de gestió d'ordinadors	7376		
Reparació i manteniment d'ordinadors	7378		
Altres serveis a ordinadors	7379	72	Programari i serveis
Serveis de lloguer i lísing d'ordinadors	7377	7123	Lloguers de maquin., equips i ordinadors
Equips de comunicació			
Equips d'àudio i vídeo domèstics	3651		
Equips de telefonia i telègraf	3661	3220	Transmissió de ràdio, TV, telefonia i alt.
Equips de radio, televisió i comunicacions	3663	3230	Receptors de TV, ràdio, so, vídeo i alt.
Serveis de comunicació			
Comunicacions telefòniques i telegràfiques	4810,4822,4899		
Emissions de ràdio	4832		

* La classificació de l'OCDE no incorpora les vendes al detall.

Font: elaboració pròpia a partir del Departament de Comerç dels EUA (1998 i 2000) i de l'OCDE (2000 i 2002)

Descripció (Departament Comerç EUA)	SIC	ISIC	Descripció (OCDE)
Emissions de televisió	4833		
Cable i altres serveis de televisió de pagament	4841	6420	Telecomunicacions

* La classificació de l'OCDE no incorpora les vendes al detall.
Font: elaboració pròpia a partir del Departament de Comerç dels EUA (1998 i 2000) i de l'OCDE (2000 i 2002)

A partir de la classificació de l'OCDE, internacionalment acceptada i homogènia, n'hem elaborat la translació per al cas de l'economia catalana i, més concretament, per al cas dels codis identificatius de les 122 branques d'activitat de la taula *input-output* del 2001 (codi TIOC).

La taula 2 recull l'equivalència entre els components del sector TIC, identificats mitjançant la Classificació catalana d'activitats econòmiques (CCAE-93 Rev. 1) i els codis TIOC.

Taula 2. Quadre d'equivalència entre les branques productives del sector TIC, identificades a partir de la classificació CCAE-93 Rev.1, i els sectors productius del codi TIOC (122 branques)

Descripció	CCAE-93 Rev.1	TIOC	Descripció
Manufactures TIC			
Fabricació de màquines d'oficina i equips informàtics	30	054	Fabricació de màquines d'oficina i equips informàtics
Fabricació de fils i cables elèctrics aïllants	31.3		Sense correspondència
Fabricació de vàlvules, tubs i altres components electrònics	32.1	057	Fabricació de vàlvules i altres components electrònics
Fabricació de transmissors de radiodifusió i televisió i aparells per a la radiotelefonía i radiotelegrafia amb fils	32.2		
Fabricació d'aparells de recepció, gravació i reproducció de so i imatge	32.3	058	Fabricació de transmissors i aparells de radiotelefonía, aparells de recepció i reproducció de so i imatge
Instruments i aparells de mesura, verificació, control, navegació i altres finalitats (excepte equips de control del procés industrial)	33.2		Sense correspondència
Equipaments de control dels processos industrials	33.3		Sense correspondència
Telecomunicacions			
Comerç a l'engròs d'aparells electrodomèstics, de ràdio i de TV	51.43		Sense correspondència
Comerç a l'engròs d'ordinadors, perifèrics i programes informàtics	51.67		Sense correspondència
Comerç a l'engròs d'altres tipus de màquines, i equips d'oficina	51.68		Sense correspondència

Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat i de l'OCDE

Descripció	CCAE-93 Rev.1	TIOC	Descripció
Telecomunicacions	64.2	084	Telecomunicacions
Lloguer de maquinària i equipament d'oficina (inclosos ordinadors)	71.33		Sense correspondència
Programari i serveis informàtica			
Consulta d'equips informàtics	72.1		
Consulta d'aplicacions informàtiques i subministrament de programes informàtics	72.2		
Processament de dades	72.3		
Activitats relacionades amb les bases de dades	72.4		
Manteniment i reparació de màquines d'oficina, comptabilitat i equips informàtics	72.5		
Altres activitats relacionades amb la informàtica	72.6	091	Activitats informàtiques

Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat i de l'OCDE

A continuació destaquem algunes consideracions importants en relació amb aquest exercici de conversió. En primer lloc, destaquem la impossibilitat de contemplar el conjunt de subsectors del sector TIC que, inicialment, considera l'OCDE. En efecte, una de les dificultats principals en la identificació de les branques d'activitat de la producció digital és el nivell elevat de desagregació, quatre dígits de la classificació CCAE-93 Rev. 1, que s'exigeix per a identificar alguns dels seus components, en especial les activitats de comerç a l'engròs i de lloguer d'equipaments TIC. En segon lloc, tampoc hem trobat l'equivalència completa entre alguns dels subsectors TIC, identificats en la classificació CCAE-93 Rev.1, i els codis TIOC de branques d'activitat. Així, i a tall d'exemple, tot i que segons el codi TIOC identifiquem la branca 055 (la fabricació de motors elèctrics i transformadors, aparells de distribució i controls elèctrics i fils i cables elèctrics aïllats), la integració d'altres components de la producció que superen la identificació CCAE 93 Rev.1 (el grup 31.3 de fabricació de fils i cables elèctrics aïllants), desaconsellen la incorporació de tot aquest codi TIOC d'activitat com a subsector TIC. Passa el mateix amb la fabricació d'instruments i aparells de mesura, verificació, control, navegació i altres finalitats (grup 33.2 de la CCAE-93 Rev. 1) i la fabricació d'equipaments de control dels processos industrials (grup 33.3).

Subsectors del sector TIC

En aquest sentit, destaquem que les activitats comercials i de lloguer al detall, incloses en les classificacions dels EUA, s'exclouen en les classificacions emprades a l'àmbit europeu i basades en les aproximacions inicials de l'OCDE.

D'altra banda, tot i aquestes dificultats, ha estat possible identificar tres subsectors TIC.

Producció de les TIC

En la seva investigació de referència, Jorgenson, Ho i Stiroh (2005) identifiquen només quatre branques d'activitat en la producció de les TIC: 1) ordinadors i equipaments d'oficina (codi SIC 357); 2) components de l'electrònica (codi SIC 366); 3) equipaments de telecomunicacions (codi SIC 367); i 4) serveis d'informàtica (codi SIC 737). Els autors suggereixen que aquesta aproximació més restrictiva, enfront d'altres aproximacions (Bosworth i Triplett, 2000; Van Ark i altres, 2002; Nordhaus, 2002), té l'avantatge de copsar millor els efectes sinèrgics de la inversió i els usos de les TIC sobre la resta de branques de producció, incloses les d'un component digital elevat.

En primer lloc, el subsector de manufactures TIC, que integra la fabricació de màquines d'oficina i equips informàtics (codi TIOC 054), la fabricació de vàlvules i altres components electrònics (codi TIOC 057) i la fabricació de transmissors i aparells de radiotelefonia, aparells de recepció i reproducció de so i d'imatge (codi TIOC 058). Com ja hem esmentat, resten per integrar en aquest subsector els grups CCAE-93 Rev.1, corresponents a la fabricació de fils i cables elèctrics aïllants (31.3), la fabricació d'instruments i d'aparells de mesura, verificació, control, navegació i altres finalitats (33.2) i la fabricació d'equipaments de control dels processos industrials (33.3).

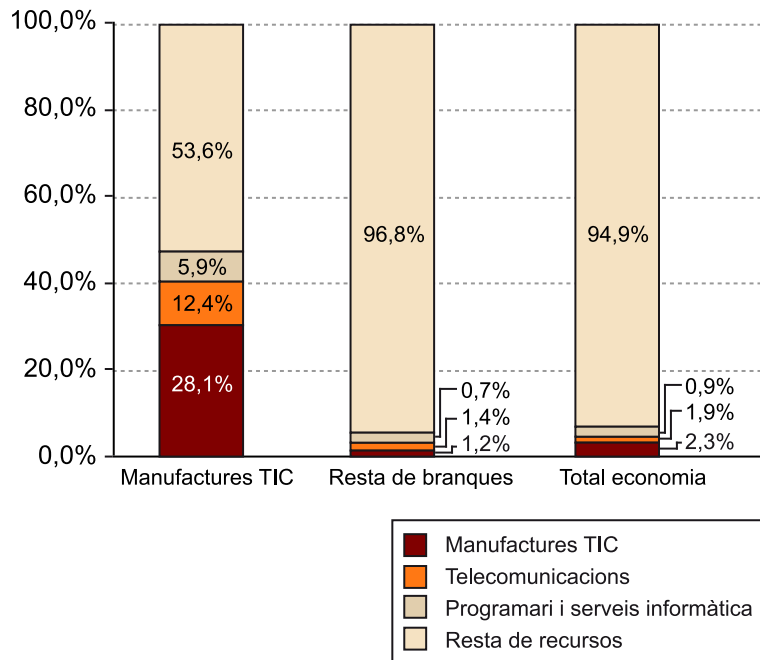
En segon lloc, identifiquem el subsector de telecomunicacions (codi TIOC 084 i classe CCAE-93 Rev.1 64.2). Manquen per integrar en aquesta dimensió el comerç a l'engròs d'aparells electrodomèstics, de ràdio i de TV (classe 51.43 de la CCAE-93 Rev.1), el comerç a l'engròs d'ordinadors, perifèrics i programes informàtics (classe 51.67), el comerç a l'engròs d'altres tipus de màquines i equips d'oficina (classe 51.68) i el lloguer de maquinària i equipament d'oficina, inclosos els ordinadors (classe 71.33).

En tercer lloc, identifiquem el subsector TIC corresponent al programari i als serveis d'informàtica (codi TIOC 091 i divisió 72 de la CCAE-93 Rev.1), que integra els grups CCAE-93 Rev.1 següents: a) consulta d'equips informàtics (72.1); b) consulta d'aplicacions informàtiques i subministrament de programes informàtics (72.2); c) processament de dades (72.3); d) activitats relacionades amb les bases de dades (72.4); e) manteniment i reparació de màquines d'oficina, comptabilitat i equips informàtics (72.5); i f) altres activitats relacionades amb la informàtica (72.6).

Una vegada identificats els components del sector TIC, s'ha procedit a analitzar-ne l'estructura econòmica. Començarem, seguint una aproximació de dins cap a fora, per estudiar-ne el consum intermedi. Com es desprèn del gràfic 1, destaca la utilització elevada dels béns i serveis TIC en la generació de producte del propi sector. En efecte, un 46,4% dels usos productius del sector TIC corresponen a béns i serveis del propi sector, desglossats en un 28,1% de tot el consum intermedi en manufactures TIC, un 12,4% en telecomunicacions i un 5,9% en programari i serveis informàtics. Aquests registres contrasten, i molt, amb els assolits per la resta de branques d'activitat de l'economia cata-

lana, que es caracteritzen per una utilització minsa de productes i serveis TIC (un 3,2% del seu consum intermedi) i, en conseqüència, per una utilització elevada d'altres recursos (un 96,8%).

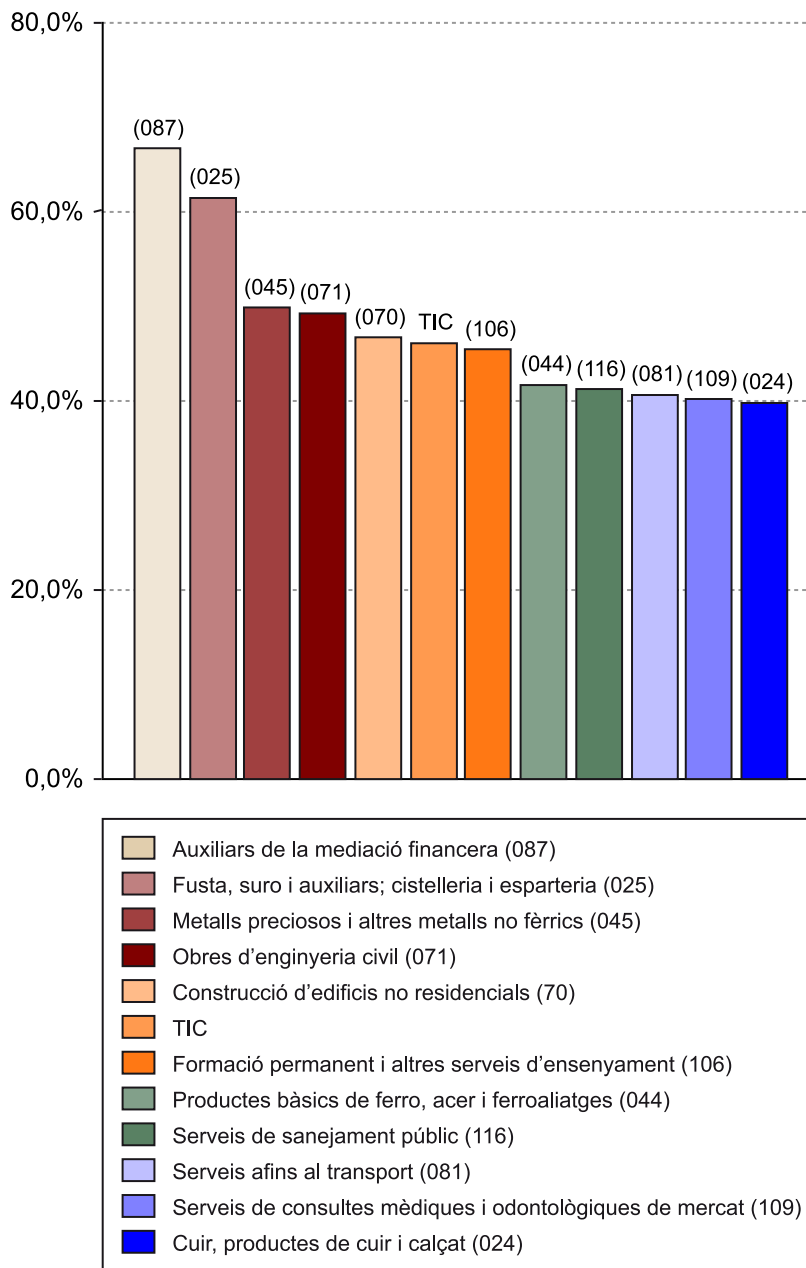
Gràfic 1. L'estructura del consum intermedi del sector TIC, la resta de branques productives i el conjunt de l'economia catalana. 2001



Percentatges dels recursos, valorats en milions d'euros del 2001 a preus bàsics.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat.

De fet, i com assenyala el gràfic 2, que recull l'estructura d'intradependències del conjunt del teixit productiu de Catalunya, el sector TIC se situa a la banda alta de les branques d'activitat que usen bàsicament consums intermedis del propi sector. L'any 2001, les branques d'activitat que utilitzaven més d'un 40% de recursos del propi sector eren: els serveis auxiliars de la mediació financera (66,4%), la producció de fusta, suro i articles de cistelleria i esparteria (61,2%), la producció de metalls preciosos i d'altres metalls no fèrrics (49,6%), els treballs d'obres d'enginyeria civil (48,8%), els treballs de construcció d'edificis no residencials (46,7%), el sector TIC (46,4%), els serveis de formació permanent i altres serveis d'ensenyament (45,5%), la manufactura de productes bàsics del ferro, acer i ferroaliatges (41,6%), els serveis de sanejament públic (41,4%), els serveis afins al transport (41,1%) i els serveis de mercat de consultes mèdiques, odontològiques i altres serveis sanitaris (40,6%).

Gràfic 2. La intradependència entre productes i branques d'activitat a l'economia catalana. 2001.

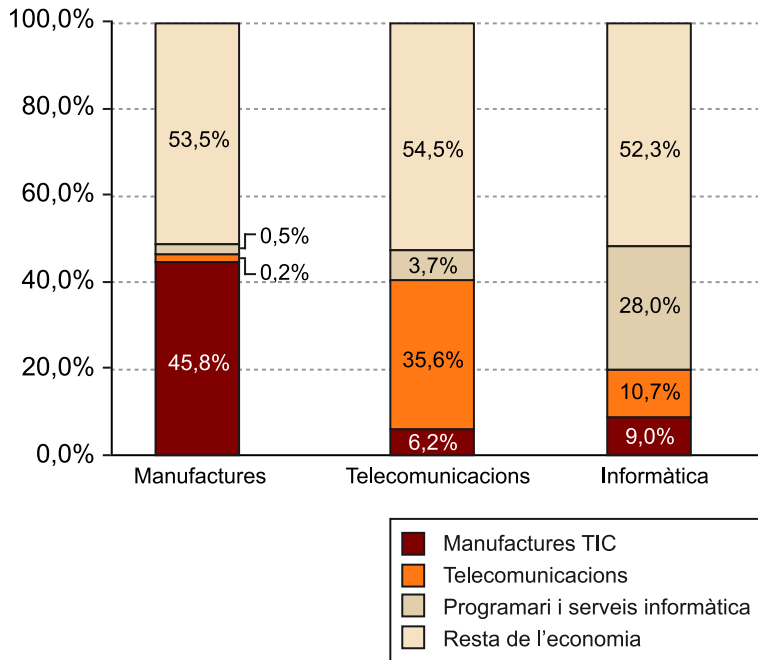


Branques d'activitat a les quals el percentatge de consum intermedi dels seus propis productes supera el 40%.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Pel que fa als tres subsectors identificats dins del sector TIC, els usos de béns i serveis del propi sector se situen lleugerament per sota de la meitat de tots els seus consums intermedis (un 46,5% en el cas de les manufactures TIC, un 45,5% en el cas de les telecomunicacions i un 47,7% en el cas del programari i els serveis d'informàtica). Amb tot, i pel que fa a l'anàlisi de les intradependències de cadascun dels tres subsectors, hem d'assenyalar el comportament diferenciat de les manufactures TIC i de les telecomunicacions en relació amb el programari i els serveis informàtics (vegeu el gràfic 3). Així, mentre que els dos primers destaquen per la utilització de recursos ubicats en el propi subsector (un 45,8% i un 35,5% de tot el seu consum intermedi, respectivament), el subsector de les aplicacions informàtiques es caracteritza per una utilització

més equilibrada dels components TIC entre els seus usos (un 9,0% són manufactures TIC, un 10,7% són telecomunicacions i un 28,0% són aplicacions de programari i serveis informàtics).

Gràfic 3. L'estructura del consum intermedi del sector TIC a Catalunya. 2001.



Percentatges dels recursos als subsectors TIC, valorats en milions d'euros del 2001 a preus bàsics.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Concloem, doncs, una intradependència elevada del sector TIC en el seu esquema productiu. Però, quina n'és l'estructura econòmica? I, en podem destacar algun tret diferenciador respecte de la resta de branques d'activitat? Començarem per analitzar l'estructura de la demanda dels seus usos i recursos. La taula 3 ens certifica el biaix inversor i el grau notable d'obertura exterior d'aquest sector d'activitat. En efecte, si posem els registres dels diferents components de demanda de la producció de béns i serveis digitals en relació amb el conjunt del teixit productiu de Catalunya, observem: a) una participació modesta del consum privat (del 2,8%, fins i tot inferior a la participació del sector en el conjunt del valor afegit, que se xifra en un 3,6%); b) una participació de la inversió destacable, que se situa en un 9,4% de la formació bruta de capital fix feta pel conjunt de l'economia catalana; i c) un no menyspreable grau d'obertura exterior, representat per una participació del 4,5% sobre el total d'exportacions (Espanya i estranger) i del 7,0% sobre el total d'importacions (Espanya i estranger). En aquest sentit, destaca l'aportació rellevant que el sector TIC fa en les relacions econòmiques estrictament internacionals, ja que representa un 6,7% del total d'exportacions a l'estranger i un 9,9% del total d'importacions procedents de l'exterior d'Espanya. Per subsectors d'activitat, és mencionable el paper diferencial que exerceixen les telecomunicacions i que representen el 76,1% de tot el consum privat del sector, mentre que les manufactures TIC presenten el patró invers, amb un 56,3% de la inversió, un 77,4% de les exportacions i un 85,5% de les importacions.

Taula 3. Usos i recursos del sector TIC a Catalunya, per components de la demanda. 2001

Branques	Consum privat	Consum públic	FBCF	Exportacions			Importacions		
				Espanya	Estranger	Total	Espanya	Estranger	Total
Valors									
Manufactures TIC	454	0	1.986	849	2.375	3.224	664	4.518	5.183
Telecomunicacions	1.556	0	0	0	0	0	139	14	153
Informàtica	34	0	795	658	286	944	374	349	723
Sector TIC	2.044	0	2.782	1.507	2.661	4.168	1.178	4.881	6.059
Resta de l'economia	71.569	16.663	26.951	51.053	37.130	88.183	36.426	44.482	80.908
Total	73.612	16.663	29.732	52.559	39.791	92.350	37.604	49.363	86.967
% sobre el sector TIC									
Manufactures TIC	22,2%	–	71,4%	56,3%	89,3%	77,4%	56,4%	92,6%	85,5%
Telecomunicacions	76,1%	–	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	11,8%	0,3%	2,5%
Informàtica	1,7%	–	28,6%	43,7%	10,7%	22,6%	31,8%	7,1%	11,9%
Sector TIC	100,0%	–	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% sobre tota l'economia									
Manufactures TIC	0,6%	0,0%	6,7%	1,6%	6,0%	3,5%	1,8%	9,2%	6,0%
Telecomunicacions	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,2%
Informàtica	0,0%	0,0%	2,7%	1,3%	0,7%	1,0%	1,0%	0,7%	0,8%
Sector TIC	2,8%	0,0%	9,4%	2,9%	6,7%	4,5%	3,1%	9,9%	7,0%
Resta de l'economia	97,2%	100,0%	90,6%	97,1%	93,3%	95,5%	96,9%	90,1%	93,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Valors absoluts en milions d'euros corrents i participacions en percentatges.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Des de la perspectiva de l'oferta i les rendes (vegeu la taula 4), observem que: a) el sector TIC representava el 2001 el 3,8% del conjunt de la producció de Catalunya; b) com a resultat de la seva dinàmica inversora, s'aprecia una intensitat més gran en capital que en treball. En efecte, la retribució del capital, cospada amb la participació de l'excedent brut d'explotació (4,0% del total català), és clarament superior a la retribució al treball, cospada amb la remuneració als assalariats (3,3% del conjunt de Catalunya); c) i relacionada amb l'anterior, el sector TIC disposava a Catalunya el 2001 poc més de seixanta mil llocs de treball, un 1,9% del total, clarament per sota de la seva participació en el total de la producció; i d) la participació del sector TIC sobre el conjunt de valor afegit brut generat per l'economia catalana se xifra en un 3,6%. Per subsectors i per bé que les participacions sobre el valor de la producció sectorial estan força equilibrades, hem de mencionar que les telecomunicacions representen més de la meitat de tot el VAB sectorial (un 52,3%), resultat de la intensitat

més baixa en mà d'obra (20,6% dels llocs de treball. En canvi, el programari i les aplicacions informàtiques, amb un 47,8% dels llocs de treball del sector, només representen un 30,7% del VAB.

Taula 4. Usos i recursos del sector TIC a Catalunya, per components de l'oferta i la renda. 2001

Branques	Pro-ducció	Renda				Llocs de treball
		Remune-ració as-salariats	Impos-tos pro-ducció	EBE	VAB	
Valors						
Manufactures TIC	3.814	458	-5	303	757	19,2
Telecomunicacions	4.105	599	7	1.719	2.325	12,5
Aplicacions informàti-ques	2.357	1.096	-1	270	1.364	29,1
Sector TIC	10.276	2.153	2	2.292	4.446	60,8
Resta de l'economia	259.334	63.899	855	54.642	119.395	3.147,5
Total	269.610	66.051	856	56.934	123.841	3.208,3
% sobre sector TIC						
Manufactures TIC	37,1%	21,3%	-289,3%	13,2%	17,0%	31,6%
Telecomunicacions	39,9%	27,8%	433,2%	75,0%	52,3%	20,6%
Aplicacions informàti-ques	22,9%	50,9%	-43,9%	11,8%	30,7%	47,8%
Sector TIC	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% sobre tota l'economia						
Manufactures TIC	1,4%	0,7%	-0,6%	0,5%	0,6%	0,6%
Telecomunicacions	1,5%	0,9%	0,8%	3,0%	1,9%	0,4%
Aplicacions informàti-ques	0,9%	1,7%	-0,1%	0,5%	1,1%	0,9%
Sector TIC	3,8%	3,3%	0,2%	4,0%	3,6%	1,9%
Resta de l'economia	96,2%	96,7%	99,8%	96,0%	96,4%	98,1%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Valors absoluts en milions d'euros corrents i en milers de treballadors, i participacions en percentatges.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

En síntesi, de l'exercici de caracterització fet per al sector TIC podem concloure que la seva intensitat tecnològica, una dinàmica inversora i una orientació clara als mercats internacionals ens determinen un patró d'especialització intensiu en capital i, com a conseqüència, un nivell d'eficiència superior al de la resta de branques d'activitat de l'economia catalana (vegeu el gràfic 4).

Així, i a banda de la participació elevada dels productes i serveis TIC sobre el conjunt de consums intermedis del sector, podem esmentar que el sector TIC:

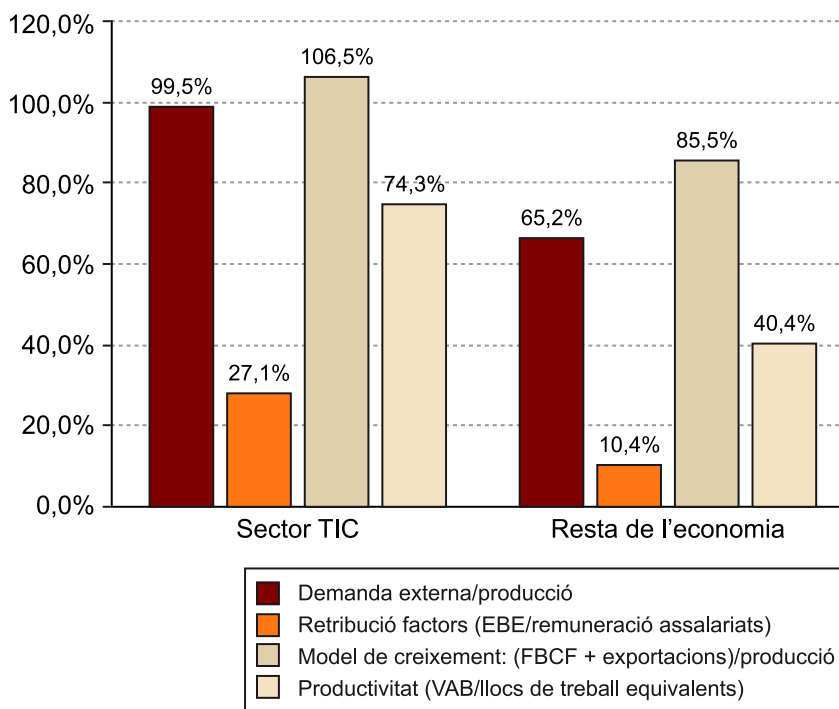
a) Disposa d'una taxa d'obertura internacional, mesurada mitjançant el pes de les exportacions i les importacions sobre la producció, que supera àmpliament la de la resta de branques d'activitat (99,5%, enfront del 65,2%).

b) Presenta un model de creixement basat en el binomi inversió - sector exterior, ja que la formació bruta de capital fix i les exportacions representen un 27,1% de la producció (enfront del 10,4% de la resta de branques).

c) És un sector intensiu en capital (la participació de l'excedent brut d'explotació sobre la remuneració d'assalariats és del 106,5%, enfront del 85,5% de la resta de sectors).

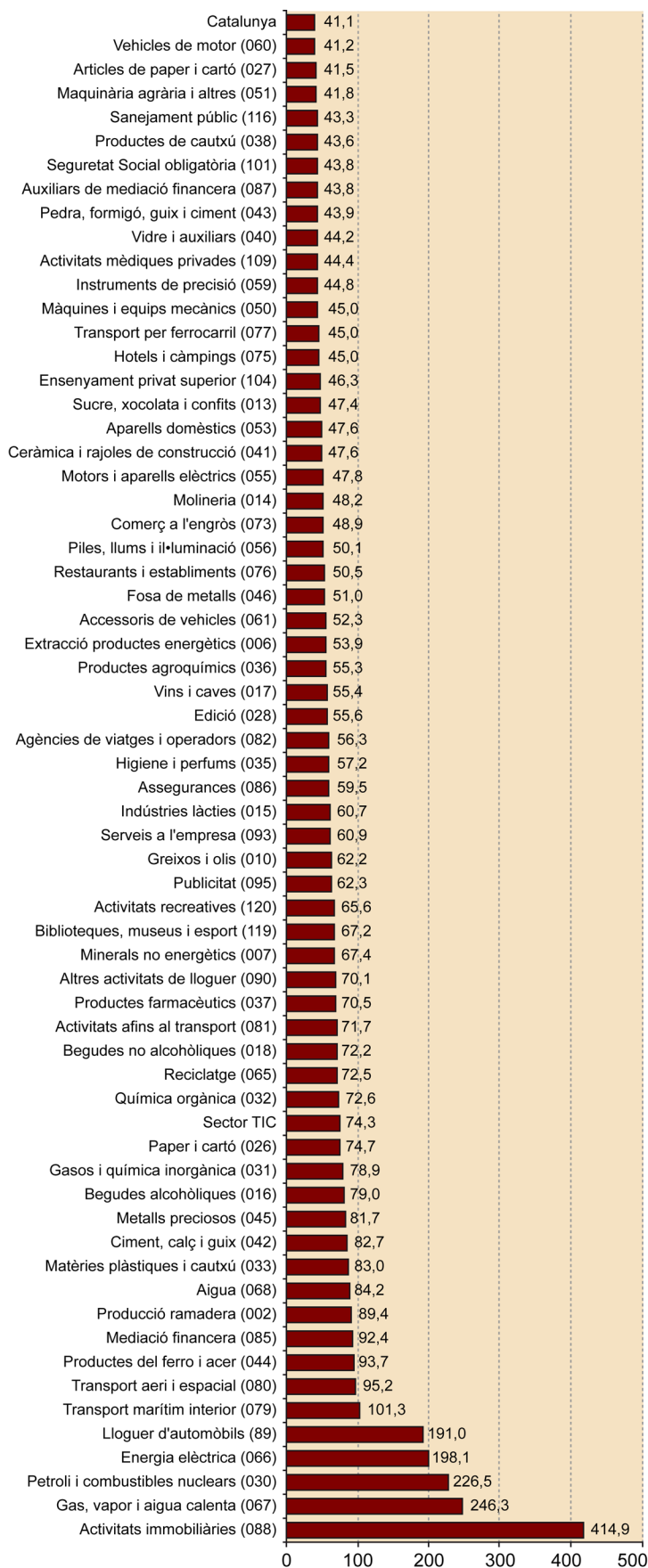
d) És un sector eficient, amb una productivitat aparent del treball, mesurada amb el VAB generat per lloc de treball equivalent, de 74.300 euros, enfront dels 40.400 de la resta de branques d'activitat de l'economia catalana.

Gràfic 4. Alguns trets diferencials del sector TIC a Catalunya. 2001.



Percentatges sobre el valor de la producció i sobre la remuneració d'assalariats, i milers d'euros per lloc de treball equivalent.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Gràfic 5. La productivitat aparent del treball als sectors productius de Catalunya. 2001.



Branques d'activitat amb un VAB per lloc de treball equivalent superior a la mitjana catalana.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

De fet, i com es desprèn del gràfic 5, el sector TIC se situa entre els sectors més eficients de l'economia catalana, ja que ocupa una posició capdavantera, en concret la dinovena, quan ordenem el teixit productiu del Principat en funció del seu nivell de productivitat aparent del treball (el 2001, la mitjana catalana era de 41.100 euros per lloc de treball equivalent).

Les branques d'activitat que se situen per sobre del sector TIC són: les activitats immobiliàries (414.900 euros per lloc de treball equivalent), la producció i distribució de gas, vapor i aigua calenta (246.300), la refinació de petroli i el tractament de combustibles nuclears (226.500), la producció i distribució d'energia elèctrica (198.100), el lloguer d'automòbils (191.000), el transport marítim, de cabotatge i per vies interiors (101.300), el transport aeri i espacial (95.200), la producció de productes bàsics de ferro, acer i ferroaliatges (93.700), la mediació financera (92.400), la producció ramadera (89.400), la captació, potabilització i distribució d'aigua (84.200), la fabricació de primeres matèries plàstiques i de cautxú sintètic (83.000), la fabricació de ciment, calç i guix (82.700), la producció i transformació de metalls preciosos (81.700), l'elaboració de begudes alcohòliques, excepte vins i caves (79.000), la fabricació de gasos industrials, colorants i productes de la química inorgànica (78.900) i la fabricació de pasta de paper i cartró (74.700).

Podem assenyalar, doncs, que l'activitat de producció digital se situa entre les més eficients de Catalunya al costat dels serveis d'immobiliària, lloguers, financers i de transport i de la indústria energètica, química, de productes metàl·lics, de materials per a la construcció, i algunes branques de producció del sector agroalimentari. Per subsectors TIC, és mencionable el fet que les telecomunicacions presenten una productivitat aparent del treball molt elevada (de 186.500 euros per lloc de treball equivalent), mentre que les manufactures TIC i el programari i els serveis informàtics se situen entorn de la mitjana catalana (40.300 i 47.700 euros per lloc de treball equivalent, respectivament).

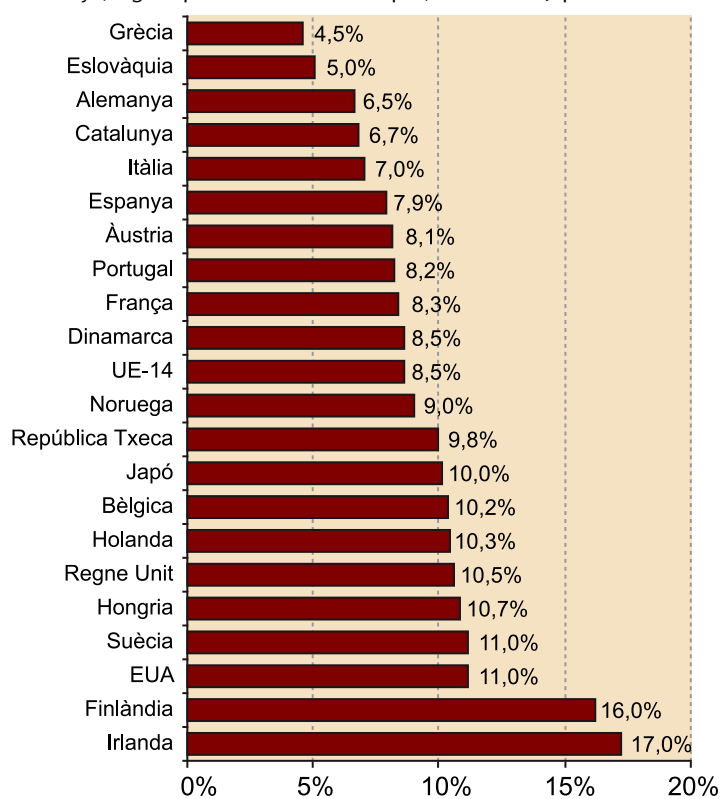
Una vegada estudiades les característiques principals de l'estructura econòmica del sector TIC al Principat, a continuació n'abordarem una comparació internacional. Per fer-ho compararem els registres de Catalunya amb les dades de diversos països, que proporciona l'OCDE (2002).

Començarem pel VAB. Com es desprèn del gràfic 6, la participació del sector TIC en la configuració del VAB privat de Catalunya se situava el 2001 en un 6,7%, per sota dels registres d'Espanya (7,9%, l'any 2000), en sintonia amb els registres assolits també el 2000 pels països principals de la Unió Europea (Alemanya, amb un 6,5%, Itàlia, amb un 7,0%, França, amb un 8,3%) i molt lluny de les participacions assolides pels països que lideren la implantació de la producció digital (Suècia i els EUA, amb un 11% del VAB privat total, Finlàndia, amb un 16%, i Irlanda, amb un 17%).

VAB

Per al càlcul de la posició relativa del sector TIC en relació amb el conjunt de l'activitat productiva, l'OCDE (2002) utilitza en el denominador el VAB del conjunt de les activitats de producció del sector privat. Així doncs, i per a fer comparables les dades de Catalunya amb la de resta de països de la mostra, s'ha calculat el VAB privat de Catalunya a partir de l'exclusió de les branques d'activitat següents: transport per ferrocarril (77), administració pública, afers exteriors i defensa (098), justícia (099), ordre públic i seguretat i activitats de protecció civil (100), Seguretat Social obligatòria (101), ensenyament públic de primària i secundària (103), ensenyament públic superior (105), formació permanent i altres activitats d'ensenyament (106), activitats hospitalàries de no-mercat (108), activitats mèdiques de no-mercat (110), activitats de serveis socials de no-mercat per a persones grans amb allotjament (113), altres activitats de serveis socials (114), activitats de sanejament públic (116) i activitats de biblioteques, arxius i museus (119). A més, i atenent a la seva configuració pública i privada, s'ha suposat que la meitat de les branques de producció següents té una naturalesa pública, i per tant aquesta proporció s'ha integrat al conjunt de sectors públics: activitats postals i de correus (083), llars d'infants (115) i activitats audiovisuals, agències de notícies i altres activitats artístiques (118).

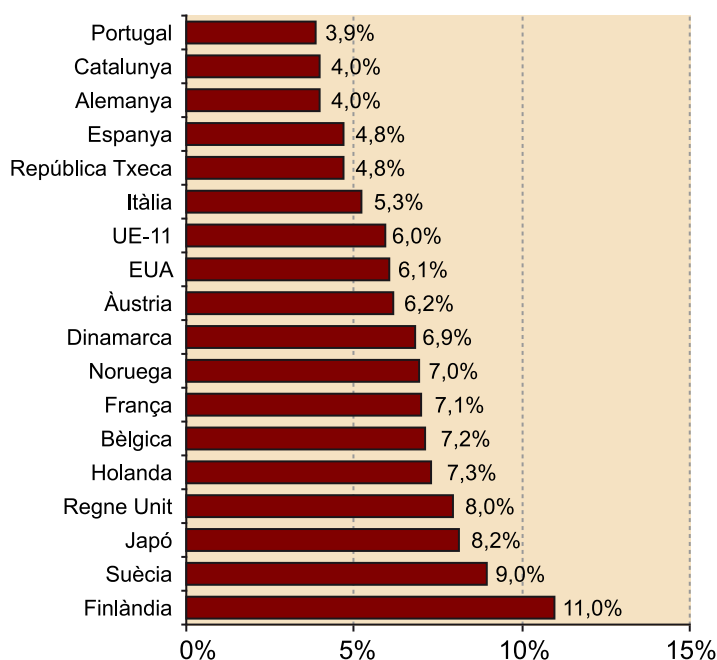
Gràfic 6. Participació del sector TIC sobre el conjunt de l'activitat privada a Catalunya, alguns països de la Unió Europea, els EUA i el Japó. 2000-2001.



VAB TIC sobre VAB total del sector privat.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Pel que fa a l'ocupació (vegeu el gràfic 7), els registres comparats mostren un participació sobre el total de llocs de treball del sector TIC català del 4,0%, per sota dels valors d'Espanya (4,8%), a l'entorn dels d'Alemanya (4,0%) i d'Itàlia (5,3%) i, novament, lluny de les participacions dels països més avançats en el camí cap a la digitalització de la seva activitat, com Suècia i Finlàndia, amb un 9,0% i 11,0% de tota l'ocupació generada al sector, respectivament. A més, la comparació amb les dades de VAB ens suggereix la intensitat en capital del sector TIC al Principat, atesa la participació més gran en termes de valor afegit que d'ocupació, cosa que, probablement, està relacionada amb la dinàmica inversora i la productivitat elevada que s'aprecia en aquesta branca d'activitat.

Gràfic 7. Participació del sector TIC sobre el conjunt de l'activitat privada a Catalunya, alguns països de la Unió Europea, els EUA i el Japó. 2000-2001.



Ocupació TIC sobre l'ocupació total del sector privat.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat i de l'OCDE (2002)

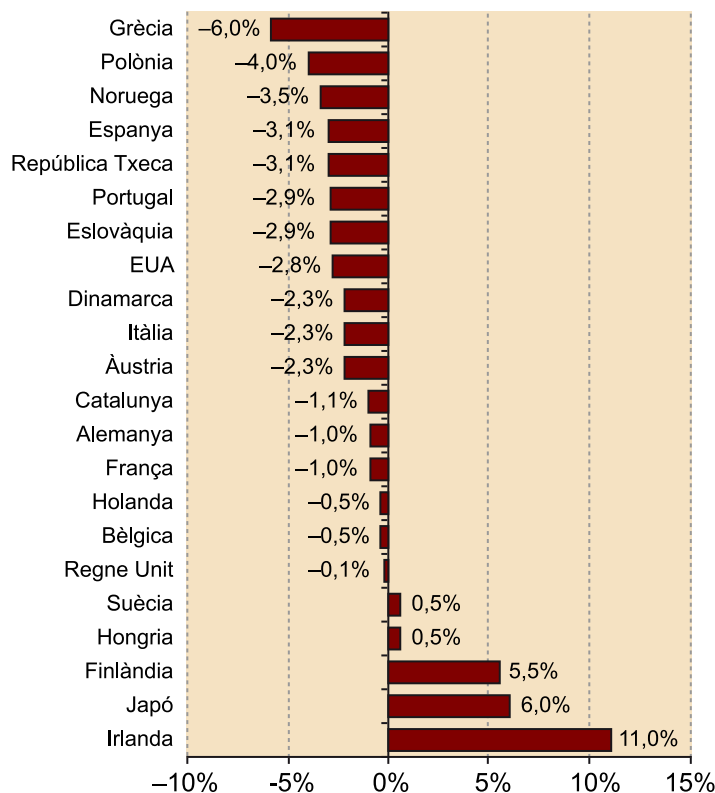
Pel que fa a la competitivitat exterior (vegeu el gràfic 8), cal destacar el següent:

a) El sector TIC presenta una balança comercial negativa, ja que la participació de les exportacions del sector sobre el volum total de comerç exterior (Espanya i Catalunya), xifrada en un 2,5%, és inferior a la participació de les importacions (Espanya i Catalunya), registrada en un 3,6%. D'aquesta manera, es consolida un dèficit de la balança comercial al sector TIC de l'1,1% del total del comerç exterior de Catalunya.

b) El sector TIC català presenta un superàvit comercial amb la resta d'Espanya del 0,2% del total del comerç exterior (0,9% de les exportacions, enfront del 0,7% de les importacions).

c) El sector TIC català presenta un dèficit comercial amb l'estranger, xifrat en un 1,3% del total de relacions exteriors (1,6% de les exportacions, enfront d'un 2,9% de les importacions). Aquests registres estan en sintonia amb el que succeeix als altres països del nostre entorn.

Gràfic 8. La balança comercial del sector TIC a Catalunya, alguns països de la Unió Europea, els EUA i el Japó. 2000-2001.



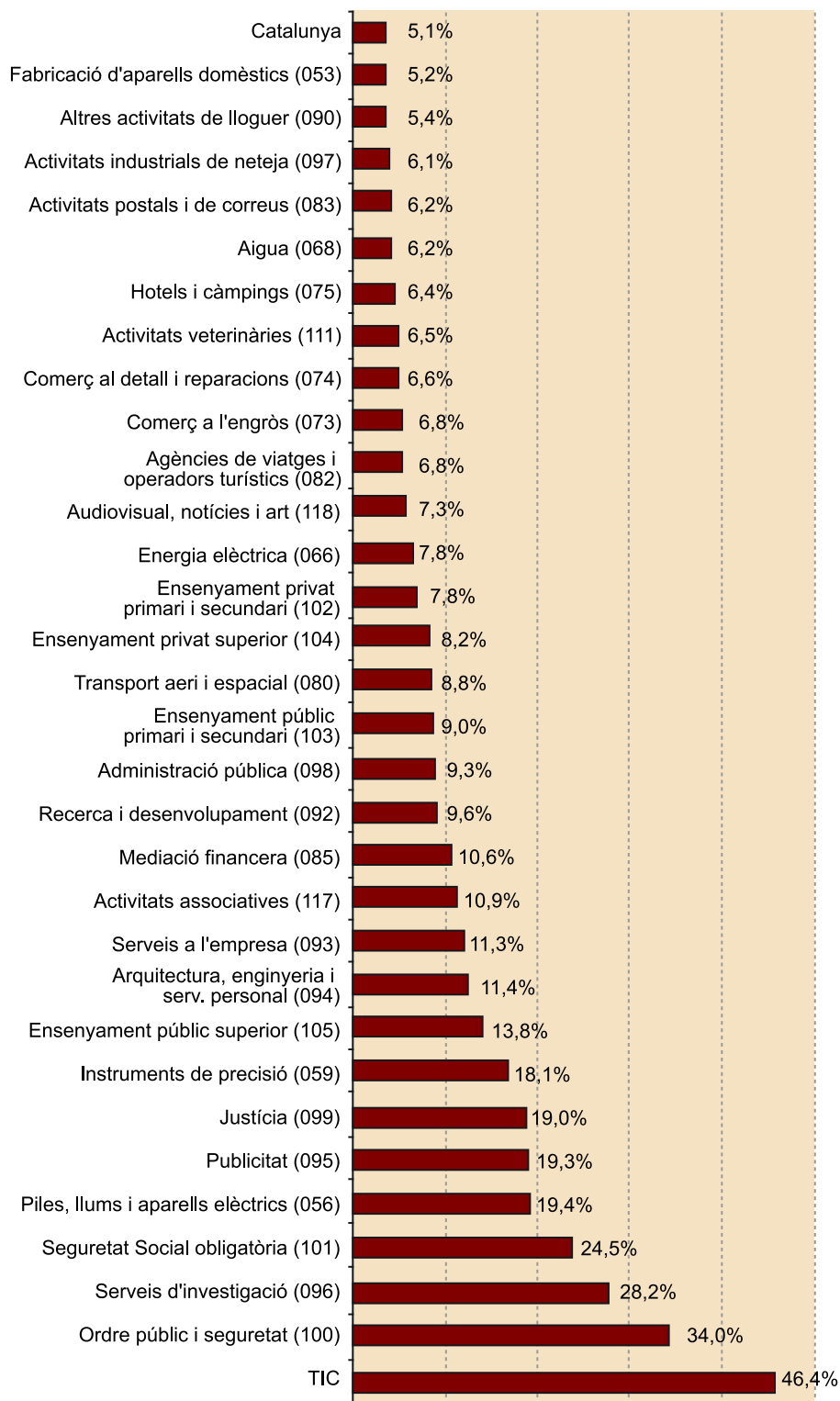
Exportacions menys importacions sobre el volum total de comerç exterior (a Espanya i l'estranger).
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat i de l'OCDE (2002)

Finalment, i amb l'objectiu d'analitzar les sinergies que el sector TIC escampa cap a la resta de l'economia catalana, hem analitzat les interdependències que estableixen els productes i serveis d'aquesta branca d'activitat quan són consumides per la resta del teixit productiu. Ja s'ha assenyalat la forta intradependència del sector TIC, amb una participació dels consums intermedis dels propis béns i serveis del 46,4%. A banda, hem de destacar (vegeu el gràfic 9) que el 2001 els sectors més intensius en la utilització de productes i serveis digitals eren els serveis de més valor afegit, en especial els vinculats amb la investigació i la seguretat, la justícia, la sanitat, les finances, l'activitat empresarial, l'ensenyament, la recerca i el desenvolupament, el turisme, el transport i el comerç. En canvi, i dins del sector industrial, només identifiquem alguna branca de producció del sectors energètics, elèctrics i de fabricació de maquinària i aparells.

En efecte, el detall dels sectors productius més vinculats als usos dels productes i serveis TIC, amb una participació del seu consum intermedi superior a la mitjana catalana (5,1%), és el següent: els serveis d'ordre públic i seguretat i les activitats de protecció civil (amb un consum de mercaderies TIC que representaven el 2001 el 34,0% de tot el consum intermedi), els serveis d'investigació i seguretat (28,2%), la Seguretat Social obligatòria (24,2%), la fabricació de piles, llums i aparells elèctrics (19,4%), els serveis de publicitat (19,3%), els serveis de justícia (19,0%), la fabricació d'equips medicoquirúrgics i d'aparells de precisió (18,1%), l'ensenyament privat superior (13,8%), els serveis d'arquitectura i d'enginyeria i els serveis de selecció de personal (11,4%), les activitats jurí-

diques, comptables i de gestió empresarial (11,3%), les activitats associatives (10,9%), els serveis de mediació financera (10,6%), la recerca i el desenvolupament (9,6%), l'administració pública (9,3%), l'ensenyament públic de primària i secundària (9,0%), el transport aeri i espacial (8,8%), l'ensenyament privat superior (8,2%), l'ensenyament privat de primària i secundària (7,8%), la producció i distribució d'energia elèctrica (7,8%), les activitats audiovisuals, agències de notícies i altres activitats artístiques (7,3%), els serveis de les agències de viatges i dels operadors turístics (6,8%), el comerç a l'engròs (6,8%), el comerç al detall i reparacions (6,6%), les activitats veterinàries (6,5%), els hotels i càmpings (6,4%), la captació, potabilització i distribució d'aigua (6,2%), les activitats postals i de correus (6,2%), les activitats industrials de neteja (6,1%), les activitats de lloguer, excepte lloguer d'automòbils (5,4%) i la fabricació d'aparells domèstics (5,2%).

Gràfic 9. Les sinergies del sector TIC cap a la resta de branques d'activitat de l'economia catalana. 2001.



Percentatges de consum intermedi dels productes TIC superiors a la mitjana catalana per branques d'activitat.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

2. L'economia del coneixement a Catalunya

Com ja hem assenyalat, actualment l'economia catalana es troba immersa en un procés profund de transformació; dinàmica que té un dels seus principals motors en la vinculació entre les TIC i els fluxos d'informació i coneixement i la presència progressiva a l'esfera productiva. Així doncs, i després de la caracterització del sector TIC al Principat, a continuació ampliarem la nostra anàlisi amb l'objectiu d'estudiar i parametritzar el paper que els fluxos digitals i de coneixement tenen a l'economia catalana.

Per fer-ho, definirem els sectors productius del coneixement o economia del coneixement (EC) per mitjà de la integració dels productes i serveis del sector TIC, amb les mercaderies del sectors educatiu: a) ensenyament primari i secundari de mercat (102); b) ensenyament primari i secundari de no-mercat (103); c) ensenyament superior de mercat (104); d) ensenyament superior de no-mercat (105); i e) formació permanent i altres activitats d'ensenyament (106); i de recerca i desenvolupament (092).

De fet, tot i que aquest és un exercici de càlcul limitat, ja que amb aquesta parametrització només podem comptar les compres efectuades dins i fora del sector, amb la qual cosa no es consideren, per exemple, les habilitats tecnològiques o les competències professionals que incorporen els agents o les organitzacions implicades en el procés productiu, els resultats obtinguts ens proporcionaran una aproximació, per bé que incompleta, de la presència de l'economia del coneixement a Catalunya.

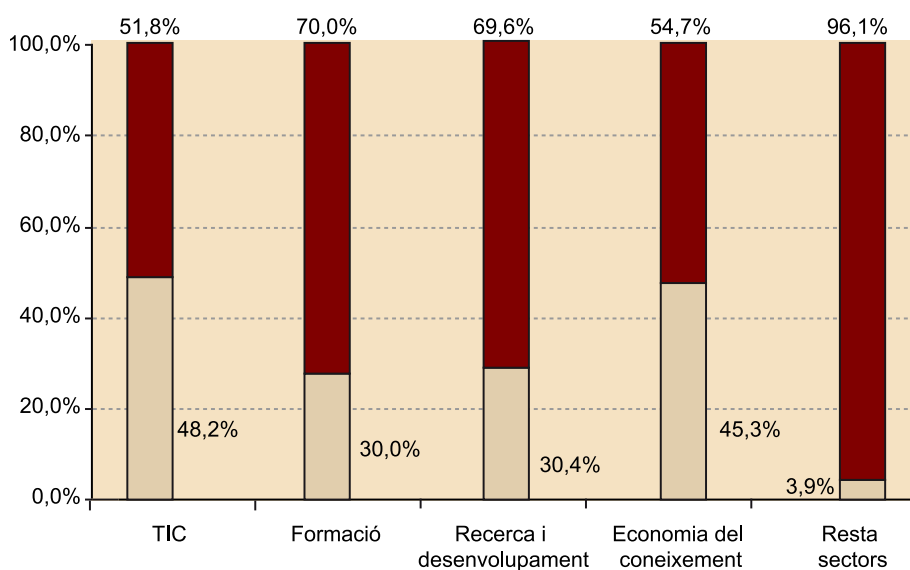
Com es desprèn de la taula 5, un primer element que s'ha de destacar és la presència minsa del coneixement, copsat per mitjà dels consums intermedis de TIC, formació i R+D, a l'estructura productiva de Catalunya. En efecte, les dades del 2001 ens corroboren que només un 6,0% de les compres efectuades pel conjunt del teixit productiu de Catalunya (aproximadament uns 8.700 milions d'euros) tenien a veure amb els productes i serveis relacionats amb el coneixement. D'aquestes, la major part (poc més de 7.300 milions d'euros, un 5,1% del total) estaven relacionades amb el consum de mercaderies del sector TIC, mentre que les compres als sectors de la formació i de la recerca i desenvolupament només representaven un 0,4% i un 0,5%, respectivament, del total de consums intermedis de l'economia catalana. En segon lloc, també és mencionable el fet que la major part de compres de coneixement es van fer dins del propi sector de producció del coneixement (un 45,3%), destacant, igual que abans, la preponderància dels consums de productes del sector TIC (40,3%). En aquest sentit, cal assenyalar que, de l'estructura de consums intermedis de la resta de branques productives de l'economia catalana, només un 3,9% obeïen a compres de productes i serveis de coneixement.

Taula 5. L'estructura de consums intermedis de l'economia del coneixement a Catalunya. 2001

Productes/branques	TIC	Formació	R+D	EC	Resta sectors	Catalunya
Valors						
TIC	2.875	90	9	2.974	4.368	7.342
Formació	40	223	8	271	301	573
R+D	74	14	11	99	669	768
EC	2.989	327	28	3.345	5.339	8.683
Resta productes	3.211	766	64	4.040	131.496	135.534
Total sector	6.200	1.093	92	7.385	136.834	144.219
% sobre el total del sector						
TIC	46,4%	8,2%	9,6%	40,3%	3,2%	5,1%
Formació	0,6%	20,4%	9,0%	3,7%	0,2%	0,4%
R+D	1,2%	1,3%	11,7%	1,3%	0,5%	0,5%
EC	48,2%	30,0%	30,4%	45,3%	3,9%	6,0%
Resta productes	51,8%	70,0%	69,6%	54,7%	96,1%	94,0%
Total sector	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Valors absoluts en milions d'euros corrents i participacions sobre el total sectorial en percentatges.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Gràfic 10. L'estructura del consum intermedi del sectors TIC, formació i R+D, l'economia del coneixement i la resta de sectors productius de Catalunya. 2001.



Percentatges dels recursos, valorats en milions d'euros del 2001 a preus bàsics.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

I, en tercer lloc, i com ja hem vist en l'anàlisi del sector TIC, no cal perdre de vista l'elevada intradependència trobada en l'anàlisi detallada dels components del consum intermedi dels subsectors que integren el sector de l'economia del coneixement. En efecte, com s'aprecia al gràfic 10, els consums intermedis de productes del coneixement representen un 48,2% del total de compres del sector TIC, un 30% del total de compres del sector de la formació i un 30,4% del total de compres del sector de la recerca i el desenvolupament. A més, també s'aprecia que el sector TIC consumeix majoritàriament productes TIC (46,4%) i que el sector formatiu compra essencialment productes formatius (20,4%), mentre que el sector de la recerca i desenvolupament té una estructura de compres més equilibrada, amb una participació del consum de TIC, formació i de productes del propi sector del 9,6%, 9,0% i 11,7%, respectivament.

Des de la perspectiva de la demanda, la caracterització de l'economia del coneixement a Catalunya també ens permet extreure algunes conclusions rellevants (vegeu la taula 6). Primer de tot, i com ja hem vist en l'anàlisi del sector TIC, hem de destacar la participació notable dels components de la inversió i del sector exterior. Així, la contribució dels sectors productius vinculats a l'economia del coneixement se situen, en relació amb el conjunt de l'economia catalana, en un 9,4% del total de la formació bruta de capital fix, en un 4,9% del total d'exportacions i en un 7,1% del total d'importacions.

A més, i com a novetat, també és molt apreciable la contribució al consum públic, xifrada en un 19,2%. De fet, podríem caracteritzar la producció de coneixement a Catalunya com un sector inversor, amb dèficit exterior i que representa una part substancial del consum públic realitzat. En canvi, la participació del consum privat és més modesta, i se situa en un 5,0% del total, per sota de la contribució del sector al conjunt de l'activitat productiva (6,2%).

En aquest sentit, i en relació amb el comerç exterior, cal destacar que es reproduïxen alguns dels comportaments ja observats en l'anàlisi del sector TIC; això és un superàvit comercial amb la resta d'Espanya, xifrat en un 0,3% del conjunt d'operacions (exportacions i importacions) de relació exterior (a Espanya i l'estranger) de l'economia catalana, per bé que aquest queda més que compensat pel dèficit de relacions comercials amb l'estranger (-1,2% del total de relacions exteriors).

En suma, l'economia del coneixement a Catalunya presenta un dèficit exterior del -0,9% del total de relacions comercials amb Espanya i l'estranger. Per components de l'economia del coneixement apreciem: a) que la totalitat de la dinàmica inversora del sector és atribuïble al subsector TIC; b) que el subsector formació explica majoritàriament (91,7%) la demanda de consum públic feta al conjunt del sector de l'economia del coneixement; c) que la contribució al consum privat és feta gairebé a parts iguals pels subsectors TIC i formació; d) que la dinàmica de dèficit de relacions exteriors s'explica essencialment pel desequilibri comercial amb l'estranger del subsector TIC (-1,2% del total de

relacions exteriors); i e) que el subsector de la recerca i el desenvolupament presenta superàvit en les relacions exteriors (0,1% del total), tant amb Espanya com amb l'estranger.

Taula 6. Usos i recursos de l'economia del coneixement a Catalunya, per components de la demanda. 2001

Branques	Consum privat	Consum públic	FBCF	Exportacions			Imports		
				Espanya	Estranger	Total	Espanya	Estranger	Total
Valors									
Sector TIC	2.044	0	2.782	1.507	2.661	4.168	1.178	4.881	6.059
Formació	1.633	2.934	0	0	0	0	0	0	0
R+D	0	264	0	233	104	337	49	91	140
EC	3.676	3.198	2.782	1.740	2.765	4.504	1.227	4.972	6.199
Resta de branques	69.936	13.465	26.951	50.820	37.026	87.846	36.377	44.391	80.768
Total	73.612	16.663	29.732	52.559	39.791	92.350	37.604	49.363	86.967
% sobre el total de l'economia del coneixement									
Sector TIC	55,6%	0,0%	100,0%	86,6%	96,2%	92,5%	96,0%	98,2%	97,7%
Formació	44,4%	91,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R+D	0,0%	8,3%	0,0%	13,4%	3,8%	7,5%	4,0%	1,8%	2,3%
EC	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% sobre tota l'economia catalana									
Sector TIC	2,8%	0,0%	9,4%	2,9%	6,7%	4,5%	3,1%	9,9%	7,0%
Formació	2,2%	17,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R+D	0,0%	1,6%	0,0%	0,4%	0,3%	0,4%	0,1%	0,2%	0,2%
EC	5,0%	19,2%	9,4%	3,3%	6,9%	4,9%	3,3%	10,1%	7,1%
Resta de branques	95,0%	80,8%	90,6%	96,7%	93,1%	95,1%	96,7%	89,9%	92,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Valors absoluts en milions d'euros corrents i participacions en percentatges.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

D'altra banda, l'anàlisi dels components d'oferta i de renda (vegeu la taula 7) de l'economia del coneixement a Catalunya el 2001 ens certifiquen la relativa poca importància del sector, amb una participació sobre el valor total de la producció i dels llocs de treball generats del 6,2% i el 6,6%, respectivament, per bé que, en termes de valor afegit generat, la contribució de la producció de mercaderies vinculades amb el coneixement puja fins al 7,2%. Per subsectors, cal apreciar la contribució més important del subsector TIC (amb un 3,8% i un 3,6% del total de la producció i del valor afegit generat per l'economia catalana), seguida pel subsector de la formació (1,9% de la producció i 3,6% del

VAB). Per la seva banda, el subsector de la recerca i el desenvolupament presenta una contribució modesta sobre el conjunt del teixit productiu del Principat (0,5% de la producció i 0,1% del VAB). A més, a l'interior del sector de l'economia del coneixement, tot i que la generació de valor afegit és explicada pràcticament a parts iguals per les branques TIC i formació (49,8% i 49,3% de tot el VAB sectorial, respectivament), hem de destacar el comportament desigual observat en la seva generació. En efecte, mentre que el subsector TIC basa la seva força competitiva en una dinàmica inversora, que li permet assolir una contribució propera a dues terceres parts del total de la producció del sector, tot i la participació més petita de l'ocupació generada (28,8%), el subsector de la formació fonamenta la seva generació de valor en el treball (69,7% del total de l'ocupació generada). En aquest context, no és estrany que el subsector TIC lideri la participació de la remuneració del capital, manifestada mitjançant el percentatge sectorial de l'excedent brut d'explotació (78,8%), mentre que el subsector de la formació lidera la participació de la remuneració del treball, copsada per mitjà de la remuneració dels assalariats (63,6%).

Taula 7. Usos i recursos de l'economia del coneixement a Catalunya, per components de l'oferta i la renda. 2001

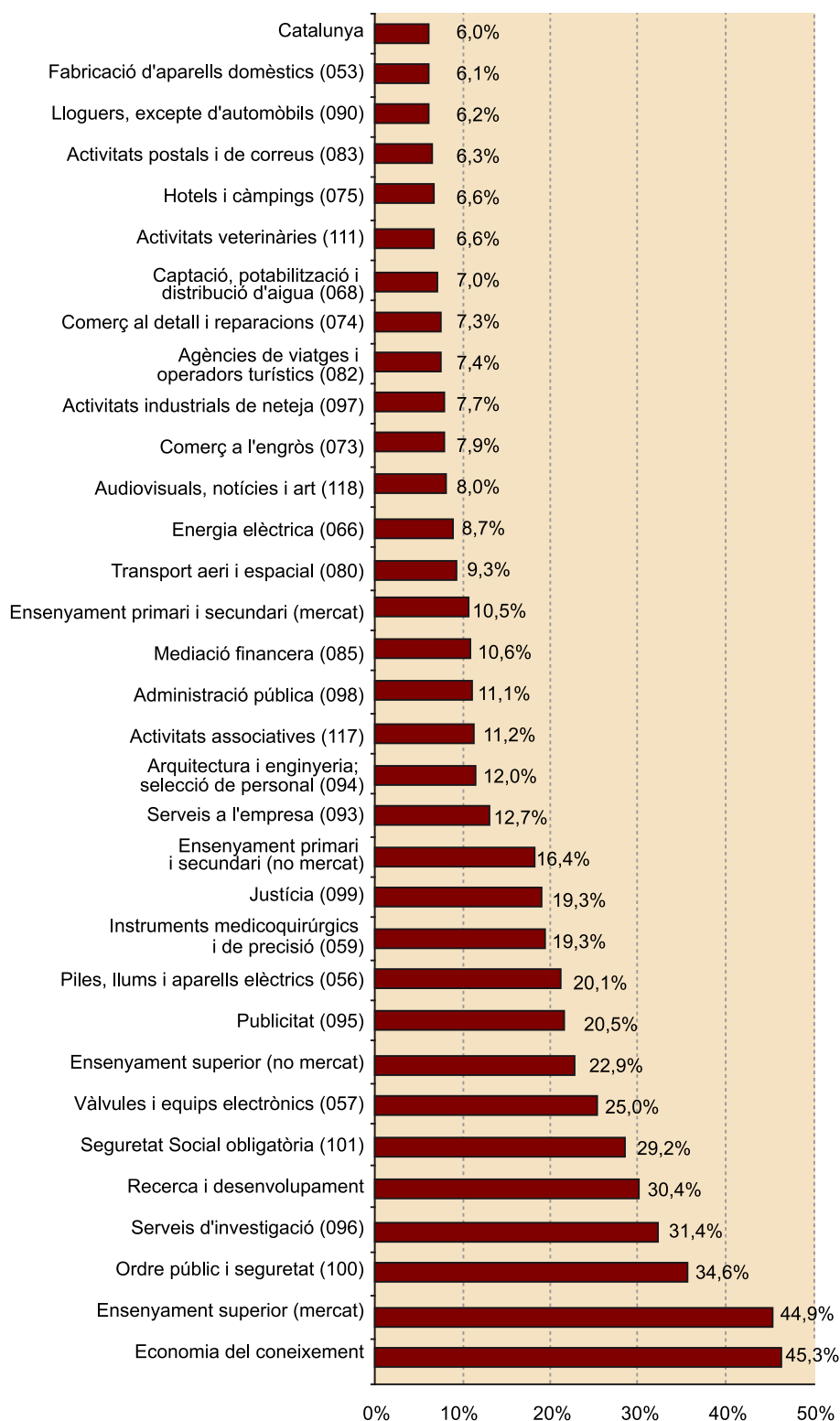
Branques	Pro-ducció	Renda				Llocs de treball
		Remune-ració as-salariats	Impos-tos pro-ducció	EBE	VAB	
Valors						
Sector TIC	10.276	2.153	2	2.292	4.446	60,8
Formació	5.139	3.847	-9	570	4.407	147,0
R+D	1.228	48	-17	48	79	3,0
Economia del coneixement	16.644	6.047	-24	2.909	8.932	210,9
Resta de branques	252.967	60.004	880	54.024	114.908	2.997,5
Total	269.610	66.051	856	56.933	123.841	3.208,3
% sobre el total de l'economia del coneixement						
Sector TIC	61,7%	35,6%	-7,0%	78,8%	49,8%	28,8%
Formació	30,9%	63,6%	37,2%	19,6%	49,3%	69,7%
R+D	7,4%	0,8%	69,8%	1,6%	0,9%	1,4%
Economia del coneixement	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% sobre l'economia catalana						
Sector TIC	3,8%	3,3%	0,2%	4,0%	3,6%	1,9%
Formació	1,9%	5,8%	-1,0%	1,0%	3,6%	4,6%

Valors absoluts en milions d'euros corrents i en milers de treballadors, i participacions en percentatges.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Branques	Renda					Llocs de treball
	Pro-ducció	Remune-ració as-salariats	Impos-tos pro-ducció	EBE	VAB	
R+D	0,5%	0,1%	-1,9%	0,1%	0,1%	0,1%
Economia del coneixe-ment	6,2%	9,2%	-2,8%	5,1%	7,2%	6,6%
Resta de branques	93,8%	90,8%	102,8%	94,9%	92,8%	93,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Valors absoluts en milions d'euros corrents i en milers de treballadors, i participacions en percentatges.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Gràfic 11. Les sinergies de l'economia del coneixement cap a la resta de branques d'activitat de l'economia Catalana. 2001.



Percentatges de consum intermedi dels productes del coneixement superiors a la mitjana catalana per branques d'activitat.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Finalment, i per bé que els registres conjunts de la productivitat aparent del treball als sectors de l'economia del coneixement, copsada mitjançant el quocient entre el VAB i els llocs de treball equivalent a temps complet, se situen entorn de la mitjana catalana, amb un valor de 46.400 euros per lloc de treball, enfront dels 41.100 del conjunt del teixit productiu, l'anàlisi dels efectes

sinèrgics cap a la resta de branques d'activitat sí que ens corrobora una utilització important dels béns i serveis de la producció del coneixement per part d'un conjunt important de sectors productius (vegeu el gràfic 11).

En efecte, entre els sectors que usen les TIC, la formació i l'R+D per sobre de la mitjana catalana trobem essencialment un conjunt important de serveis (seguretat, sanitat, serveis a les empreses, arquitectura i enginyeria, administració pública, finances, transport, comunicació, turisme, comerç i lloguer), les indústries vinculades més directament amb la fabricació digital (electrònica, elèctrica, d'instruments de precisió i d'equips domèstics) i la indústria energètica i de l'aigua.

A banda del propi sector del coneixement, amb un consum intermedi dels seus propis recursos del 45,3% sobre el total de compres efectuades, les branques productives intensives en l'ús del coneixement a Catalunya el 2001 eren: els serveis d'ordre públic i seguretat i les activitats de protecció civil (34,6% del total de consums intermedis), els serveis d'investigació i seguretat (31,4%), la Seguretat Social obligatòria (29,2%), la fabricació de vàlvules i altres components electrònics (25%), la publicitat (20,5%), la fabricació d'acumuladors i piles elèctriques, llums elèctrics i aparells d'il·luminació, i altres equips elèctrics (20,1%), la fabricació d'equips i instruments medicoquirúrgics, de precisió, òptica i rellotgeria (19,3%), els serveis de justícia (19,3%), les activitats jurídiques, comptables i de gestió empresarial (12,7%), els serveis i assajos tècnics d'arquitectura i enginyeria, selecció de personal i altres activitats empresarials (12,0%), les activitats associatives (11,2%), l'administració pública, afers exteriors i defensa (11,1%), els serveis de mediació financera (10,6%), el transport aeri i espacial (9,3%), la producció i distribució d'energia elèctrica (8,7%), les activitats audiovisuals, agències de notícies i altres activitats artístiques (8,0%), el comerç a l'engròs (7,9%), les activitats industrials de neteja (7,7%), els serveis d'agències de viatges i operadors turístics (7,4%), el comerç al detall i reparacions (7,3%), la captació, potabilització i distribució d'aigua (7,0%), les activitats veterinàries (6,6%), els hotels, càmpings i altres allotjaments (6,6%), les activitats postals i de correus (6,3%), les activitats de lloguer, excepte el lloguer d'automòbils (6,2%), i la fabricació d'aparells domèstics (6,1%).

De fet, l'ordenació del teixit productiu per intensitat d'utilització del coneixement ens permetrà abordar el pas següent de la nostra investigació: una aproximació als determinants de l'eficiència productiva a Catalunya.

3. Coneixement i productivitat a Catalunya: una aproximació empírica

La vinculació entre *tecnologia*, *productivitat* i *creixement econòmic* acumula avui una extensa literatura. En efecte, a partir de les aportacions seminals de Marx (1863/1883) i Schumpeter (1934), l'anàlisi econòmica ha vinculat estretament el creixement econòmic a llarg termini i, en conseqüència, el progrés material de la societat, amb la innovació tecnològica. Així doncs, podem afirmar que el punt de trobada entre els diferents corrents de pensament sobre el creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica ens confirma que l'avenç de l'activitat econòmica té un doble fonament: per un costat, l'acumulació de factors productius, com el capital i el treball; i per l'altre costat, la innovació a l'activitat econòmica, és a dir, el progrés tecnològic. Les fonts d'aquests fets són dues: en primer lloc, la inversió i la seva rendibilitat es constitueixen en el fonament de l'acumulació de factors i, en segon segon, la inversió i la difusió del coneixement són el fonament del progrés tecnològic (De la Fuente, 1992 i 1998; Torrent, 2004).

Ara bé, no sempre hi ha hagut un consens clar en l'explicació dels determinants del creixement econòmic a llarg termini que, copsat mitjançant la productivitat, com a indicador d'eficiència en la relació entre *outputs* i *inputs*, atribueix, bàsicament, els avenços dels nivells de benestar material d'una economia a una combinació entre la dotació dels seus factors productius i el progrés tecnològic. En aquest context, i en el marc del debat sobre les fonts de la productivitat, la contribució de la innovació tecnològica al creixement econòmic ha estat objecte d'un debat acadèmic i científic intens, que s'ha perllongat durant bona part de la segona meitat del segle XX i que amb la irrupció de les TIC i la dinàmica d'innovació que se'n deriva ha agafat un impuls renovat (Vilaseca i Torrent, 2006).

El punt de partida obligat de la teoria moderna del creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica l'estableixen els treballs seminals de Solow (1956, 1957) i Swan (1956). El model de Solow-Swan parteix de la hipòtesi que només es produeixen increments sostinguts del producte a llarg termini amb presència d'innovació tecnològica, que és interpretada aquí com a exògena a l'activitat econòmica. Sense aquest procés d'innovació, l'acumulació de capital s'enfrontaria a una situació de rendiments decreixents, amb la qual cosa la productivitat davallaria. En canvi, amb presència de canvi tècnic, les millores associades a la tecnologia contrarestarrien els efectes desfavorables dels rendiments decreixents sobre l'acumulació de factors i com a resultat obtindríem un avenç de la renda *per capita*, causat per les pròpies millores tecnològiques i per l'acumulació addicional de capital que les fan possibles. Aquest model parteix d'una funció agregada de producció, que compleix els supòsits clàssics

de concavitat (productes marginals creixents, productivitat marginal decreixent, rendiments constants a escala i sense factors no hi ha producció) i és del tipus Cobb-Douglas. És a dir:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{(1-\alpha)} \quad (1)$$

On Y_t és el nivell de renda al període t , $A(t)$ és la mesura dels efectes acumulats del canvi tècnic en el temps, K_t és la dotació de capital al període t i L_t és la dotació de treball en el període t . Prenent logaritmes, diferenciant i tenint present que l'elasticitat del capital i del treball en relació amb la producció són, en el supòsit competitiu, la participació d'aquests factors sobre la renda nacional, arribem a l'expressió bàsica dels exercicis de comptabilitat del creixement:

$$\Delta \ln Y_t = \alpha (\Delta \ln K_t) + (1-\alpha) (\Delta \ln L_t) + \Delta \ln A_t \quad (2)$$

Que té la translació en termes intensius mitjançant la hipòtesi dels rendiments constants a escala:

$$\Delta \ln y_t = \alpha (\Delta \ln k_t) + \Delta \ln A_t \quad (3)$$

On $y_t = Y_t/L_t$ i $k_t = K_t/L_t$. L'única magnitud no observable d'aquesta expressió és $\Delta \ln A_t$, de manera que, per diferència, podem calcular la contribució del progrés tècnic a l'augment de la renda *per capita*. Precisament, aquest exercici de càlcul és el que va fer Solow (1957) per a l'economia dels EUA en el període 1909-1949. Atès que el capital per hora treballada al sector privat no agrari va augmentar a una taxa mitjana anual durant aquest període del 0,68%, i que el producte per hora treballada ho va fer a un ritme anual de l'1,8%, un càlcul senzill, amb α (és a dir, la participació del capital a la renda nacional) igual a 0,33, ens corrobora que la contribució del progrés tècnic al creixement de la renda *per capita* dels EUA en el període d'anàlisi va ser d'un 87,5% del total.

De fet, el terme $\Delta \ln A_t$ es coneix normalment com el creixement de la productivitat total dels factors (PTF), o també com el creixement de la productivitat múltiple dels factors. Aquests resultats, i altres de similars (Abramovitz; 1956; Kendrick, 1956; Jorgenson i Griliches, 1967; Solow, 1970; Kuznets, 1971; Denison, 1986; Jones, 1988), molt sorprenents tenint en compte la teoria econòmica convencional, que sempre havia vinculat el creixement econòmic a llarg termini amb la dotació de factors, van plantejar un clar interrogant als investigadors: quins són els fonaments de A ? El consens es va situar al voltant de l'explicació que el que capturava aquest factor residual eren els efectes del progrés tecnològic. En aquest context, la corroboració empírica de la importància del factor residual en l'explicació del creixement econòmic, en detriment de la dotació de factors, passaria a anomenar-se la *paradoxa de la productivitat*.

Tanmateix, ben aviat van sorgir altres interpretacions d'aquest factor residual, que van tornar a destacar la importància de l'acumulació de factors, o les errades en la seva mètrica, i, en conseqüència, el paper prioritari del procés d'estalvi i d'inversió com a motor del creixement econòmic a llarg termini (Salter, 1960). Una de les aportacions rellevants va ser la de Hicks (1965), amb un model de creixement que rebutjava les hipòtesis neoclàssiques i considerava els rendiments creixents i les estructures de mercat de competència monopolística. La conclusió fonamental d'aquesta interpretació era que els models neoclàssic "a la Solow" infravaloraven la importància de la dotació de capital en el creixement econòmic. Una altra aportació que hem de tenir en comte és la de Schultz (1961), que, per primera vegada, va destacar la importància de la inversió en capital humà. Segons aquesta aproximació, la menysvaloració de la dotació de factors en l'explicació del creixement s'explica perquè en les mesures tradicionals del treball (nombre d'ocupats o d'hores treballades) no es considera la qualitat de l'esforç humà, que augmenta progressivament en relació directa amb la inversió en educació i sanitat. Aquestes interpretacions diferents del factor residual van establir les bases del que més tard s'anomenaria la teoria del creixement econòmic endogen. En aquest context, aquestes teories es van preguntar per les fonts del progrés tecnològic, que ja no era considerat com un "mannà caigut del cel". Així doncs, entre els determinants del creixement es consideren ara la inversió en recerca i desenvolupament, la innovació i el comerç exterior de tecnologia, cosa que permet la consideració del progrés tecnològic com un procés d'inversió més i, per tant, concilia les dues tendències interpretatives del creixement econòmic, l'explicació neoclàssica de la dotació de factors i l'explicació del factor residual.

De fet, es pot afirmar que hi ha dues grans famílies de models de creixement endogen, que agrupem sota la denominació de *models d'aprenentatge basat en la pràctica (learning by doing)* i *models de capital humà*. Formalment, una bona part d'aquests models no són més que pures modificacions d'algunes de les hipòtesis dels models exògens. Els models de d'aprenentatge basat en la pràctica es caracteritzen per destacar que el progrés tècnic és el resultat gairebé accidental d'altres accions o activitats econòmiques. Aquest fet té una doble motivació: per un costat, com a resultat dels rendiments creixents generats per l'ús intensiu del coneixement; i per l'altre, a causa de l'experiència acumulada en les activitats d'inversió i producció. En efecte, segons aquesta aproximació, l'aprenentatge fa créixer la productivitat, de manera que la familiarització amb el procés productiu dels agents econòmics implicats millora l'eficiència de l'activitat econòmica. Com a resultat d'això, el progrés tecnològic incorporat als models de creixement ja no està en funció únicament del temps, sinó que també depèn de l'adquisició de coneixement, de l'aprenentatge basat en la pràctica i de l'experiència acumulada (Arrow, 1962). En aquest sentit, un índex d'experiència podria ser la inversió acumulada.

Un altre supòsit important d'aquest desenvolupament és el fet que la dotació de coneixement té característiques de bé públic. És a dir, que una vegada desenvolupada la tecnologia, aquesta s'estén al conjunt de l'activitat econò-

mica (o *knowledge spillovers*). D'aquesta manera, s'han desenvolupat un conjunt de models que incorporen a la funció de producció la hipòtesi dels rendiments creixents (Romer, 1986). En canvi, als models de capital humà el progrés tecnològic és el resultat directe de la inversió dels agents econòmics en formació i investigació, amb la qual cosa aquest és un procés costós. En aquest context, el creixement econòmic té com a fonts principals la dotació actual de coneixement i el volum de recursos invertits en formació i/o recerca i desenvolupament. En efecte, aquests models es fonamenten en la consideració que el factor treball pot incorporar diferents nivells de formació i requerir diverses habilitats i competències (Lucas, 1988). De fet, aquests models no fan res més que plantejar un "model a la Solow" amb la incorporació d'un nou factor productiu (el capital humà o treball qualificat) o, fins i tot, estendre el plantejament al conjunt de funcions rellevants de l'activitat econòmica (Romer, 1990).

Així doncs, i tenint en compte les diferents aproximacions –exògenes i endògenes– al creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica, plantejarem una funció agregada de producció, que ens servirà per a analitzar els determinants de la productivitat del treball de l'economia catalana. Sobre la base dels exercicis de comptabilitat del creixement, que relacionen el nivell de producció amb les dotacions de factors, capital i treball, i també amb els nivells d'eficiència amb què s'utilitzen, plantejarem una funció de producció del tipus:

$$Y_i = f [K_i, L_i, A_i] \quad (4)$$

Essent Y una mesura de producció o valor afegit, K l'estoc de capital, L l'ocupació, A un índex d'eficiència, i el subíndex i el sector d'activitat (122 sectors) de l'economia catalana, identificat a partir dels codis de la taula *input-output* del 2001. En aquest sentit, hem de destacar que l'aproximació feta serà en nivells, atesa la disponibilitat de dades només per a un exercici. Per tant, ens enfrontem a un exercici de descomposició del nivell de productivitat. Sota els supòsits clàssics de concavitat i de competència perfecta en els mercats de factors i productes, la funció de producció anterior es pot plantejar en termes logarítmics de la manera següent:

$$\ln Y_i = s_{ki} \ln K_i + s_{li} \ln L_i + \ln PTF_i \quad (5)$$

On s_{ki} i s_{li} mesuren la participació de les rendes percebudes pel capital i el treball sobre el valor de la producció (en el nostre cas el percentatge sobre el total de la producció generada de l'excedent brut d'explotació i de la remuneració als assalariats) i PTF (productivitat total dels factors) és la denominació del nivell de progrés tècnic, A a l'equació 4. En aquesta equació totes les variables són conegudes i, per tant, la productivitat total dels factors es pot obtenir com un residu. Com ja hem vist, aquesta expressió també es pot formular en termes intensius, de manera que la productivitat agregada del treball de l'economia catalana per als 122 sectors de la mostra es podria descompondre segons la dependència/intensificació del capital per treballador i les millores d'eficiència

en la utilització de factors productius, copsades en la PTF. Així doncs, ja estem en condicions de plantejar la primera equació bàsica del nostre exercici de comptabilitat de la productivitat:

$$\ln Y - \ln L = \sum_{i=1}^{122} s_{ki} (\ln KP_i - \ln L_i) + \ln PTF_i \quad (6)$$

Amb tot, a l'expressió 6, les dotacions de capital i treball no tenen en compte les modificacions de la seva qualitat. En el cas de la qualitat del treball, cal destacar que aquestes estan associades, entre d'altres, al guany de participació dels llocs de treball amb una demanda de formació més elevada. Per tant, la no-consideració d'aquest aspecte ens podria conduir a contemplar aquesta millora de la qualitat dins del factor residual, en lloc de fer-ho en la dotació de treball. De la mateixa manera, una millor mesura de l'estoc de capital s'ha d'associar amb un indicador de capital productiu que reculli, encara que sigui parcialment, les millores de qualitat d'aquest *input* associades a una vida útil dels actius més curta, sobretot en aquells vinculats amb la producció digital. Aquestes consideracions recomanen la utilització d'una funció de producció del tipus:

$$Y_i = f [KP_i, KH_i, B_i] \quad (7)$$

Així, l'equació 7 modifica l'equació 4 de la manera següent. En primer lloc, i com ja hem mencionat, utilitza un indicador de capital productiu (KP), aproximat en el nostre cas per mitjà de la despesa en serveis de capital. En segon lloc, pel que fa al treball i amb la intenció de copsar les millores de qualitat vinculades amb la formació, s'utilitza un indicador de capital humà (KH) construït sobre la base de la despesa intermèdia en formació de cada sector. Finalment, el terme B recull els nivells d'eficiència en l'ús dels factors productius, després de descomptar les correccions introduïdes amb l'ús del capital productiu i les millores de qualitat en el treball.

De fet, i atenent a aquestes consideracions, l'equació 7 es transforma en l'equació 8, que és la segona modelització bàsica emprada en els resultats agregats per al conjunt de l'economia catalana l'any 2001:

$$\ln Y = \sum_{i=1}^{122} s_{ki} \ln KP_i + s_{li} \ln KH_i + \ln PTF_i \quad (8)$$

En aquest sentit, i interpretant l'equació 8 i els indicadors utilitzats per a mesurar-la, podem afirmar que el nivell de producció o de valor afegit generat per l'economia catalana es pot descompondre en el següent:

a) La contribució de l'estoc de capital productiu (compres de productes i serveis financers efectuades durant l'any de referència) ponderada per la participació de la remuneració del capital (excedent brut d'explotació sobre la producció generada).

b) La contribució del capital humà (mesurat per mitjà de les compres de serveis de formació), ponderada per la participació de la remuneració del treball (remuneració d'assalariats sobre la producció generada).

c) El progrés tècnic, una vegada descomptades les millores de qualitat dels factors productius.

Per acabar, i com ja hem vist, es important assenyalar que l'equació 8 també es pot expressar en termes de nivell de productivitat del treball en lloc del nivell de producció o valor afegit generat. Val a dir que, en aquesta ocasió, en no disposar d'una sèrie temporal i, per tant, no poder descompondre els determinants del creixement econòmic a Catalunya, l'anàlisi dels determinants de la productivitat del treball es revela com a interessant en el sentit que es configura com el determinant del creixement econòmic a llarg termini. Així doncs, representem la descomposició del nivell agregat de productivitat del treball, mesurada mitjançant el VAB generat per lloc de treball equivalent, amb l'equació 9, en la qual el nivell de productivitat del treball s'explicaria per la dependència o intensificació de la ràtio capital-treball, pel paper del capital humà i per l'eficiència del sistema productiu. De fet, i com veurem tot seguit, és precisament en aquest darrer component on s'ha copsat el paper prioritari que tenen les TIC i l'economia del coneixement en l'explicació dels avenços de productivitat i del creixement econòmic:

$$\ln Y - \ln L = \sum_{i=1}^{122} s_{ki}(\ln KP_i - \ln L_i) + s_{li} \ln KH_i + \ln PTF_i \quad (9)$$

Finalment, i una vegada explicades les descomposicions de la productivitat que s'han d'efectuar, cal assenyalar que s'ha fet una aproximació sectorial per a calcular la contribució de l'economia del coneixement a l'economia catalana i en sintonia amb els treballs actuals en la literatura internacional. En efecte, a partir d'un fet empíric contrastat com l'acceleració del ritme d'avenç del creixement econòmic i de la productivitat als EUA a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta, l'anàlisi de l'impacte econòmic de la consolidació d'una economia basada en el coneixement, i en especial del paper de les TIC, ha estat objecte d'una controvèrsia acadèmica important. En aquest sentit, la taxa de creixement del producte per hora treballada al sector privat no agrari dels EUA va presentar un salt significatiu, ja que va passar de créixer a taxes properes a l'1,5% entre el 1990 i el 1995 a un increment del 2,7% entre el 1996 i el 2000.

Serveis financers

En concret, es tracta de les compres de serveis de mediació financera, excepte assegurances i plans de pensions (085), de serveis d'assegurances i plans de pensions (086), i de serveis auxiliars de la mediació financera (087).

Serveis de formació

En concret, les compres dels serveis d'ensenyament primari i secundari de mercat (102), els serveis d'ensenyament primari i secundari de no-mercat (103), els serveis d'ensenyament superior de mercat (104), els serveis d'ensenyament superior de no-mercat (105) i els serveis de formació permanent i altres serveis d'ensenyament (106).

Dades més actualitzades confirmen aquest important repunt alcista, per bé que amb matisos temporals. Una primera fase que va del quart trimestre del 1995 al segon trimestre del 2000 (2,6% de mitjana), una segona fase d'afebliment (0,7% d'increment mitjà entre el tercer trimestre del 2000 i el tercer trimestre del 2001), un espectacular repunt alcista des de finals del 2001 fins al 2004 (amb progressos propers al 4% de mitjana), i una nova fase de més moderació el 2005 i el 2006, amb creixements mitjans lleugerament superiors al 2%. En aquest context, i a partir de les aportacions inicials de Jorgenson i Stiroh (2000 i 2001), Oliner i Sichel (2000) i Whelan (2000), que atribueixen una importància significativa de les TIC en l'acceleració del creixement de la productivitat del treball als EUA, Gordon (1999 i 2000) va aprofundir en aquesta anàlisi i va destacar que l'acceleració de la productivitat del treball als EUA era atribuïble gairebé exclusivament al sector TIC, cosa que desmuntava els arguments dels efectes sinèrgics de les TIC cap a la resta de l'economia i, en conseqüència, l'argumentari a favor de l'existència d'una nova economia basada en el coneixement. Tot i això, un altre investigador reconegut de la productivitat, Nordhaus (2001 i 2002), emprant dades actualitzades i millors mesures de l'*output*, va arribar, precisament, a la conclusió contrària: gairebé la meitat de l'acceleració de la productivitat del treball als EUA era conseqüència de la utilització de les TIC per la resta de branques productives de l'economia no vinculades amb el sector de producció de béns i serveis digitals. De fet, aquest conjunt de treballs, que parteixen d'una funció de producció agregada amb presència d'innovació tecnològica per a l'explicació de la productivitat del treball, distingeixen tant l'acumulació de factors com la PTF en dos components: l'associat al sector TIC i la resta de l'economia.

Doncs bé, s'ha arribat a un cert consens en relació amb el fet que l'element explicatiu principal de la intensificació del capital als EUA ha estat la inversió en TIC. I, encara més, també hi ha un acord acadèmic sobre el fet que una bona part de les millores d'eficiència del sistema econòmic és atribuïble a la producció del sector TIC. Ara bé, les discordances estan en l'altre component de la PTF, els efectes sinèrgics de la innovació tecnològica digital cap al conjunt de branques productives de l'economia.

En aquest sentit, podem afirmar que l'acceleració de la productivitat del treball al sector privat no agrari dels EUA durant la segona meitat de la dècada dels noranta és atribuïble, depenent dels treballs, entre un 25% i un 50% a la intensificació de capital TIC, i prop d'un 25% addicional a la PTF directament vinculada a la producció de béns i serveis digitals. En canvi, a la literatura no hi ha un consens clar en relació amb l'impacte que les TIC tenen sobre l'eficiència del conjunt del sistema econòmic.

Arribats a aquest punt, hem de distingir dues posicions. La primera, que anomenarem *escèptica*, liderada pel professor Gordon (2000), considera que l'acceleració de la PTF a la segona meitat dels noranta es deu, en gran manera, als efectes cíclics vinculats amb l'increment espectacular de la inversió en TIC. L'afebliment de la productivitat del treball a finals del 2000 i principis del

2001, i els primers resultats empírics al nivell microeconòmic, que atribueixen la pràctica totalitat de l'increment de productivitat al sector dels ordinadors, dels semiconductors, del programari i de les telecomunicacions, donen credibilitat a aquesta aproximació. Tot i això, estudis sectorials i empírics posteriors (Stiroh, 2001; Baily i Lawrence, 2001) amplien aquesta visió i indiquen una acceleració important de la productivitat als sectors que, com les finances, el comerç al detall i a l'engròs i algunes indústries manufactureres, usen intensivament les TIC. Concretament, la idea d'aquests treballs és la següent: els sectors que durant la dècada dels noranta han invertit més en TIC són els sectors que han presentat un increment de la productivitat més substancial. Aquesta aproximació, que anomenarem *favorable*, considera que una part substancial dels avenços de la productivitat del treball és estructural i s'estén progressivament al conjunt de branques d'activitat, especialment a les intenses en l'ús de TIC. Ara bé, la pregunta fonamental és si aquests efectes són cíclics o estructurals o, en altres paraules, si estan relacionats amb l'avenç espectacular de la inversió en equipaments digitals i programari i si aquests efectes sinèrgics seran persistents en el temps (FMI, 2001).

Finalment, hem de destacar que un conjunt d'investigacions sobre l'impacte de les TIC en el creixement de la productivitat del treball als EUA han confirmat l'aproximació favorable en el sentit que la inversió i l'ús de les TIC comporta una millora indubtable de la intensificació del capital, tant del sector TIC com dels sectors intenses en l'ús d'aquestes tecnologies i, encara més rellevant, un increment de la PTF, igualment del sector TIC i dels sectors intenses en la inversió i l'ús digital. En aquest sentit, Gordon (2003) ha acabat per reconsiderar la seva aproximació inicial i afirma que l'anàlisi de l'impacte de la revolució tecnològica digital sobre l'avenç de la productivitat del treball als EUA ens dona bones i males notícies. Les males notícies estan relacionades amb la confluència inusual d'un període de creixement extraordinari d'aquesta inversió amb xocs macroeconòmics (creixement dels mercats borsaris, inflació baixa i atur reduït) i microeconòmics (creixement espectacular de la demanda de TIC, explosió d'Internet i llei de Moore) extraordinàriament positius. Per tant, la coincidència en el temps de totes aquestes implicacions fa excepcional la segona meitat de la dècada dels noranta, pel que respecta als increments de productivitat del treball i les seves fonts.

Tot i amb això, també hi ha bones notícies que estan bàsicament vinculades amb una certa extensió dels efectes sinèrgics de la inversió i l'ús digital cap a altres branques de producció, com els nous comerços al detall, els serveis financers i algunes indústries manufactureres d'alt valor afegit. En aquest sentit, l'autor acaba conclouent que és molt difícil que es puguin mantenir ritmes de creixement de la inversió digital propers al 30% durant els pròxims anys, per bé que també cal considerar altres tipus d'inversió i millores organitzatives, més vinculades al marc institucional i a les capacitats dels agents econòmics i no tant directament relacionades amb la inversió digital. Així doncs, podem afirmar que aquest autor ha matisat el seu escepticisme inicial, bàsicament en tres direccions: a) les investigacions de l'impacte de les TIC sobre el creixement

de la productivitat del treball suggereixen una vinculació favorable si aquesta relació es combina amb l'impuls de les institucions (Gordon, 2004c); b) les TIC fan més eficient la producció d'alguns sectors productius. L'impacte d'Internet i del programari i els serveis informàtics sobre les empreses s'ha evidenciat sobretot als serveis financers i comercials (Gordon, 2004b); i c) la comparació històrica ens mostra una clara similitud entre els increments actuals de la productivitat del treball als EUA i els avenços d'aquesta magnitud durant la dècada dels anys vint. Totes tres són el resultat d'un procés acumulatiu i dinàmic d'inversió i d'ús de noves tecnologies (Gordon, 2004a).

D'altra banda, i davant de la importància significativa de les dades de l'impacte digital per a l'economia dels EUA, un conjunt creixent d'investigacions han estès l'anàlisi per altres economies del món. A partir dels treballs inicials dels economistes vinculats a l'OCDE (Schreyer, 2000; Scarpetta, Bassanini, Pilat i Schreyer, 2000), l'anàlisi internacional de l'impacte de les TIC sobre el creixement de la productivitat s'ha enfocat, bàsicament, des de dues perspectives: un primer conjunt d'estudis estima la contribució de les TIC a la dependència del capital emprant la teoria convencional sobre la comptabilitat del creixement econòmic (Schreyer, 2000; Colecchia, 2001; Colecchia i Schreyer, 2001; Daveri, 2001; Roeger, 2001), mentre que un altres focus d'anàlisi estudia el paper dels sectors productius, tant del sector TIC com de les altres branques d'activitat que usen les TIC, en l'explicació del creixement econòmic (Pilat i Lee, 2001; Van Ark, 2001; Banc Central Europeu, 2001; Van Ark, Inklaar i McGuckin, 2002). La primera aproximació ens mostra com la inversió en tecnologies digitals (dependència del capital basada en les TIC) ha contribuït de manera destacada al creixement econòmic d'un grup important de països. En efecte, podem assenyalar que els EUA no són l'únic país que s'ha beneficiat dels efectes expansius sobre el creixement de la renda *per capita* de la inversió en TIC. En particular, hem de citar els casos del Canadà, Austràlia i Finlàndia, per bé que els altres grans països analitzats, en especial els quatre grans de la Unió Europea (Alemanya, el Regne Unit, França i Itàlia), han presentat una contribució del sector TIC menys important, però també creixent en el temps. Això ens porta a afirmar que la consolidació d'un sector productiu TIC important és una condició necessària, però no suficient, per a l'impacte de les tecnologies digitals sobre el creixement econòmic. Els casos d'Austràlia i el Canadà suggereixen que la difusió de les TIC té un paper important en la contribució al creixement econòmic d'aquestes tecnologies, sense que això vagi acompanyat d'un sector digital intern molt desenvolupat. La segona família de treballs ens aproxima a la contribució del sector TIC i dels sectors intensius en els usos digitals al creixement de la productivitat i del PIB per a un conjunt de països. En relació amb l'increment de la productivitat del treball, Pilat i Lee (2001) corroboren que la contribució del sector TIC i de les branques intensives en el seu ús ha estat rellevant en els països analitzats durant la segona meitat de la dècada dels noranta, bé per una contribució important del sector productiu de les tecnologies digitals (en especial Finlàndia) bé per l'aportació notable dels usos intensius de les TIC (els EUA, Dinamarca i el Regne Unit). En relació amb la PTE, l'evidència trobada és mixta. Per un costat, països amb

un pes relatiu important del sector TIC, com Finlàndia, Irlanda i els EUA, han presentat un repunt alcista important d'aquest indicador d'eficiència econòmica durant la segona meitat dels noranta, per bé que altres països amb un sector TIC representatiu, com el Japó i els quatre grans de la UE, han presentat progressos gairebé imperceptibles de la PTF. Tot i amb això, altres països amb un pes relatiu del sector TIC baix, com Austràlia, han mostrat una acceleració notable de la PTF, cosa que suggereix que no és necessari que existeixi un sector TIC desenvolupat per a accelerar la PTF.

A manera de resum, podem concloure aquesta revisió de l'evidència empírica internacional relativa a la contribució de les TIC al creixement econòmic i de la productivitat del treball a partir de quatre afirmacions bàsiques: a) el fort increment de la inversió en equipaments digitals i programari als EUA explica bona part del repunt alcista del creixement econòmic i de la productivitat en aquell país. En efecte, la dependència del capital i la PTF, relacionada amb la inversió i la producció TIC, ha estat l'element subjacent en les millores tendencials de la productivitat als EUA. A més, també s'acumulen evidències, des de la perspectiva sectorial, en relació amb el fet que les millores de productivitat s'estenen progressivament cap a la resta de branques d'activitat, en especial al sector financer, el comercial, el de transport, els serveis a les empreses i algunes indústries manufactureres; b) a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta un conjunt de països de l'OCDE també han presentat millores significatives en el progrés tendencial de la productivitat. De fet, s'han trobat evidències concloents en relació amb el fet que la inversió en TIC explica bona part del creixement econòmic dels països analitzats, en especial Austràlia, Finlàndia i el Canadà. Les aproximacions sectorials també certifiquen la importància de les TIC en l'explicació del creixement del PIB i de la productivitat, alhora que evidencien la importància progressiva dels efectes sinèrgics de l'ús intensiu d'aquestes tecnologies (en especial a Dinamarca i al Regne Unit); c) l'evidència relativa a les millores de l'eficiència global del sistema econòmic (PTF), com a conseqüència de l'ús intensiu de les TIC, és mixta. Alguns països, com Finlàndia, Noruega, Suècia, Irlanda i Austràlia, han presentat millores notables d'eficiència durant la segona meitat dels noranta, per bé que al Japó i als quatre grans de la UE no s'aprecien progressos de l'indicador bàsic d'eficiència; d) els problemes de mesura, sobretot les diferències d'interpretació comptable de la inversió en TIC, el càlcul dels deflactors de preus i la manca d'estadístiques recents, i també la vinculació entre les TIC i les habilitats de la força de treball i la consideració residual de l'indicador habitual d'eficiència econòmica, podrien subestimar alguns dels resultats obtinguts respecte als progressos modestos de la PTF en alguns països.

En síntesi, podem acabar afirmant que s'acumula evidència concloent en relació amb el fet que la inversió en tecnologies digitals explica bona part de l'increment del creixement econòmic i de la productivitat d'alguns països. A més, l'aproximació sectorial confirma un cert efecte sinèrgic de l'ús intensiu

de les TIC cap a la resta de l'aparell productiu, cosa que ens porta a afirmar que hi ha algun element nou darrere l'acceleració recent de la PTF a partir de la segona meitat dels noranta.

Tanmateix, encara resten per respondre dues qüestions clau: a) el repunt alcista dels components de la PTF no vinculats físicament amb els *inputs* té l'origen en els efectes sinèrgics i les externalitats en xarxa derivades de la inversió en TIC?; b) aquesta acceleració és cíclica o estructural? En altres paraules, la literatura empírica internacional ens proporciona evidència de l'impacte macroeconòmic de la inversió en TIC sobre el progrés de la productivitat i del creixement econòmic, i també sobre l'eficiència del sistema econòmic general. Ara bé, aquesta literatura no ens explica definitivament les causes d'aquests efectes, ni tampoc si les millores d'eficiència perduraran en el temps. Segurament, la solució a aquests dos interrogants passa per incorporar instruments d'anàlisi d'altres factors com els aspectes institucionals o les capacitats dels agents econòmics, i també per esperar que la revolució digital vagi estenent els seus efectes sobre un nombre creixent de branques productives. Tot i això, una cosa és segura: la innovació, de la qual la inversió digital és un component fonamental, serà la peça clau en l'explicació del creixement econòmic i de la productivitat durant els propers anys. En aquest sentit, un conjunt d'investigacions (Greenan, Horty i Mairesse, 2002; Timmer, Ypma i Van Ark, 2003; OCDE, 2003; Mas i Quesada, 2005; Jorgenson, Ho i Stiroh, 2005; Mas i Schreyer, 2006) confirmen, utilitzant noves mesures comparables d'*output*, d'*inputs* i de preus, la importància creixent de la inversió i l'ús digital en l'explicació de la productivitat agregada i sectorial, tant en el component de la intensificació del capital com en la PTF. Precisament, aquest és l'exercici que farem per a l'economia catalana.

Taula 8. Els sectors productius de Catalunya, per intensitat en coneixement. 2001

Branques	% consum intermedi
Sectors del coneixement	
Activitats informàtiques	52,2%
Aparells de radiotelefonía, so i imatge	50,4
Formació permanent i altres ensenyaments	50,3
Màquines d'oficina i equips informàtics	50,2%
Telecomunicacions	46,9%
Ensenyament superior (mercat)	44,9%
Recerca i desenvolupament	30,4%
Vàlvules i altres components electrònics	25,0%
Ensenyament superior (no mercat)	22,9%
Ensenyament primari i secundari (no mercat)	16,4%

Percentatges sectorials del consum intermedi dels productes del coneixement sobre el total.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Branques	% consum intermedi
Ensenyament primari i secundari (mercat)	10,5%
Sectors no intensius en coneixement	
Ordre públic, seguretat i protecció civil	34,6%
Serveis d'investigació i de seguretat	31,4%
Seguretat Social obligatòria	29,2%
Publicitat	20,5%
Piles, llums i aparells elèctrics	20,1%
Instrumentos medicoquirúrgics i de precisió	19,3%
Justícia	19,3%
Activitats jurídiques, comptables i de gestió	12,7%
Arquitectura i enginyeria; selecció de personal	12,0%
Activitats associatives	11,2%
Administració pública, afers exteriors i defensa	11,1%
Mediació financera	10,6%
Transport aeri i espacial	9,3%
Producció i distribució d'energia elèctrica	8,7%
Audiovisuals, notícies i art	8,0%
Comerç a l'engròs	7,9%
Activitats industrials de neteja	7,7%
Agències de viatges i operadors turístics	7,4%
Comerç al detall; reparacions	7,3%
Captació, potabilització i distribució d'aigua	7,0%
Activitats veterinàries	6,6%
Hotels, càmpings i altres tipus d'allotjament	6,6%
Activitats postals i de correus	6,3%
Altres activitats de lloguer (excepte d'automòbils)	6,2%
Fabricació d'aparells domèstics	6,1%
Sectors no intensius en coneixement	
Fabricació de productes farmacèutics	5,8%
Altres activitats de serveis socials	5,7%
Activitats hospitalàries (no mercat)	5,7%

Percentatges sectorials del consum intermedi dels productes del coneixement sobre el total.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Branques	% consum intermedi
Vehicles de motor i carrosseries	5,4%
Auxiliars a la mediació financera	5,0%
Llars d'infants	4,1%
Activitats de sanejament públic	3,8%
Serveis socials jubilats (no mercat)	3,7%
Edició	3,7%
Gasos industrials, colorants i química inorgànica	3,7%
Equips i cables elèctrics	3,6%
Activitats mèdiques (no mercat)	3,6%
Venda, manteniment i reparació de vehicles de motor	3,5%
Altres indústries manufactureres	3,5%
Accessoris no elèctrics per a vehicles de motor	3,5%
Activitats hospitalàries (mercat)	3,2%
Activitats afins al transport	3,1%
Biblioteques, arxius, museus i activitats esportives	3,1%
Activitats diverses de serveis personals	2,9%
Maquinària per a usos específics i armes i municions	2,9%
Productes bàsics de química orgànica	2,9%
Assegurances i plans de pensions	2,8%
Activitats mèdiques (mercat)	2,7%
Primeres matèries plàstiques i de cautxú sintètic	2,7%
Ceràmica, rajoles i terra cuita per a la construcció	2,7%
Maquinària agrària i altres màquines	2,5%
Pa i productes de fleca i pastisseria	2,5%
Productes de cautxú	2,5%
Activitats immobiliàries	2,4%
Serveis agrícoles i ramaders	2,4%
Pintures, vernissos i tintes d'impremta	2,3%
Sabons, perfums i productes d'higiene	2,3%
Altres productes alimentaris i tabac	2,3%
Transport per ferrocarril	2,3%

Percentatges sectorials del consum intermedi dels productes del coneixement sobre el total.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Branques	% consum intermedi
Productes de matèries plàstiques	2,2%
Altres materials de transport	2,2%
Producció agrícola	2,2%
Transport marítim	2,2%
Ganiveteria i ferreteria i altres metàl·lics	2,2%
Agroquímics, fibres artificials i sintètiques	2,1%
Altres tipus de transport	2,0%
Pesca, aqüicultura i serveis relacionats	2,0%
Vidre i productes de vidre	2,0%
Ciment, calç i guix	1,9%
Lloguer d'automòbils	1,9%
Indústries làcties	1,8%
Construcció d'edificis residencials	1,8%
Forja, estampació i tractament de metalls	1,8%
Obres d'enginyeria civil	1,7%
Producció ramadera	1,6%
Serveis socials per a jubilats (mercat)	1,6%
Begudes alcohòliques	1,6%
Vins i caves	1,5%
Metàl·lics per a construcció, contenidors i altres	1,5%
Confecció de roba interior i altres peces de vestir	1,5%
Teixits de punt i auxiliars	1,4%
Productes carnis	1,4%
Articles de paper i de cartó	1,3%
Construcció d'edificis no residencials	1,3%
Màquines, equips i materials mecànics	1,3%
Acabament de tèxtils i auxiliars	1,2%
Elements de formigó, guix, ciment i pedra	1,2%
Fabricació de mobles	1,2%
Extracció d'altres minerals	1,1%
Preparació, filatura i fabricació de fibres i teixits	1,1%

Percentatges sectorials del consum intermedi dels productes del coneixement sobre el total.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Branques	% consum intermedi
Silvicultura, explotació forestal i serveis auxiliars	1,0%
Cuir, pell, roba de treball i complements de vestir	1,0%
Activitats recreatives diverses	1,0%
Aigües minerals i de begudes analcohòliques	1,0%
Restaurants i establiments	1,0%
Sucre, cacau, xocolata i confiteria	0,9%
Pasta de paper, paper i cartó	0,9%
Gas, vapor i aigua calenta	0,9%
Reciclatge	0,9%
Arts gràfiques i suports enregistrats	0,9%
Fusta i suro; cistelleria i esparteria	0,8%
Cuir i calçat	0,7%
Extracció de productes energètics	0,7%
Productes per a l'alimentació animal	0,6%
Greixos i olis (vegetals i animals)	0,5%
Productes bàsics de ferro, acer i ferroaliatges	0,4%
Sacrifici de bestiar i conservació de carn	0,4%
Producció i transformació de metalls preciosos	0,4%
Fosa de metalls	0,3%
Refinació de petroli i combustibles nuclears	0,2%
Llars que ocupen personal domèstic	0,0%

Percentatges sectorials del consum intermedi dels productes del coneixement sobre el total.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

La disposició de la taula de destinació ampliada per a 122 sectors productius de l'economia catalana ens permetrà classificar les branques de producció en funció de la intensitat en l'ús del coneixement. Com ja hem vist en comentar el gràfic 11, un conjunt important de sectors productius, sobretot de serveis, usen intensament els productes i serveis TIC, de formació i de recerca i desenvolupament en la seva activitat productiva. En funció d'aquest nivell d'ús hem dividit el teixit productiu de l'economia catalana en tres grans conjunts (vegeu la taula 8):

a) Els sectors productors de coneixement o economia del coneixement, que integren les 11 branques d'activitat dels subsectors TIC, formació i R+D.

b) Els sectors intensius en coneixement, que es caracteritzen per fer un ús intensiu dels productes i serveis digitals, de formació i d'R+D, copsats per mitjà d'una participació d'aquests components de despesa intermèdia superior a la mitjana del Principat (les 25 branques d'activitat, reproduïdes al gràfic 11, i que superen el 6% del total del consum intermedi).

c) Els sectors no intensius en coneixement, que integren la resta de branques d'activitat (87), amb una participació de les compres de coneixement inferior a la mitjana catalana.

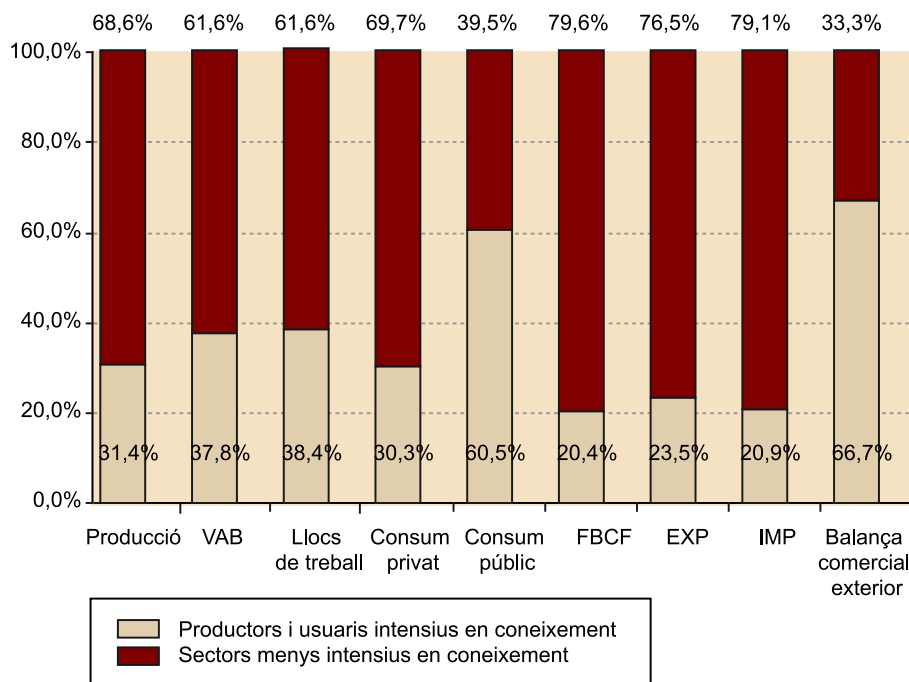
La integració dels sectors productius generadors de coneixement amb les branques usuàries i intensives en la utilització d'aquest *input* ens proporciona alguns resultats interessants, recollits al gràfic 12. Podem afirmar que, en conjunt, la producció i els usos intensius del coneixement a Catalunya: a) el 2001 representaven poc més d'una tercera part del conjunt de l'activitat productiva. És a dir, la producció de coneixement i els seus usos intensius representaven un 31,4% de la producció, un 38,4% dels llocs de treball generats i un 37,8% del VAB; b) des de la perspectiva de la demanda interna, els sectors del coneixement tenen una orientació pública important, ja que representen un 60,5% del conjunt del consum públic fet a Catalunya, enfront del 30,3% i del 20,4% del total del consum privat i d'inversió productiva, respectivament; i c) des de la perspectiva de la demanda externa, les branques productives del coneixement generen la major part de l'excedent comercial exterior del Principat.

En efecte, tot i que la participació de les exportacions i les importacions no són significativament rellevants (23,5% i 20,9% del total d'exportacions i d'importacions, respectivament), el fort superàvit generat per la balança comercial exterior (Espanya i estranger) dels sectors intensius en l'ús del coneixement, sobretot amb la resta d'Espanya (però també amb l'estranger), compensen més que proporcionalment el dèficit comercial assolit per les branques productores de coneixement o d'economia del coneixement, i acaben per explicar dues terceres parts del total del superàvit comercial amb l'exterior (Espanya i estranger) de Catalunya.

Superàvit

De fet, per bé que les tres grans agrupacions de l'activitat fetes tenen un superàvit comercial amb la resta d'Espanya, xifrat en un 3,5% (producció de coneixement), un 27,3% (intensitat d'ús del coneixement) i un 69,3% (resta de branques) del total (poc menys de 15.000 milions d'euros), l'única de les tres agrupacions que presenta superàvit en les relacions exteriors internacionals és el sector intensiu en l'ús del coneixement (xifrat en poc més de 1.200 milions d'euros, enfront del dèficit conjunt de més de 9.500 milions d'euros de tota l'economia catalana).

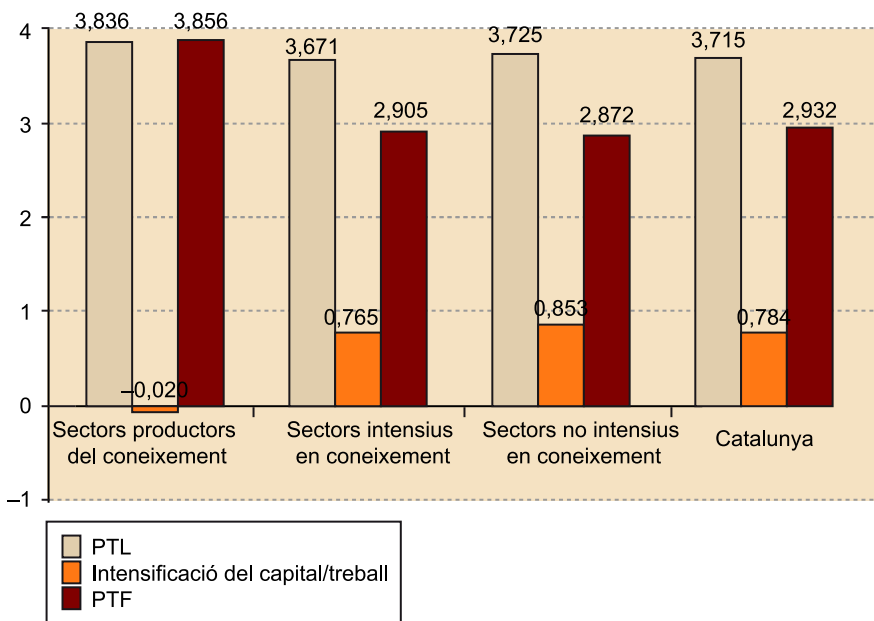
Gràfic 12. Els sectors del coneixement (productors i usuaris intensius) de l'economia catalana, per a alguns components de l'oferta, la demanda i la renda. 2001.



Percentatges sobre el total de l'economia catalana de cada indicador.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Finalment, els resultats de l'aproximació empírica feta sobre els components de la productivitat del treball a Catalunya el 2001, sobre la base de l'estratificació sectorial en funció de la producció i la intensitat d'ús del coneixement i de les equacions 6 i 9, ens posen en relleu algunes conclusions rellevants. En primer lloc, cal destacar que apreciem una associació positiva entre la generació del coneixement i la productivitat del treball. En efecte, com s'aprecia al gràfic 13, el nivell de productivitat del treball, expressat en termes homogenis i logarítmics, de les branques productives integrades al sector de producció de coneixement o economia del coneixement és la més elevada del conjunt del teixit productiu de Catalunya. A més, un primer exercici de descomposició del nivell de productivitat (equació 6) ens certifica la importància del factor residual o PTF. Es detecta una relació directa entre la participació de l'indicador d'eficiència en l'explicació de la productivitat del treball i la intensitat en l'ús del coneixement. Així, la PTF explica totalment el nivell de productivitat del treball a les branques de producció del coneixement o economia del coneixement: un 79,2% del nivell de productivitat a les branques intensives en l'ús del coneixement i un 77,1% de la productivitat del treball a la resta de branques menys intensives en l'ús del coneixement de l'economia catalana. En canvi, la participació de la relació capital-treball en l'explicació del nivell de productivitat del treball és menys determinant, amb una contribució imperceptible en el cas del sector de producció del coneixement i entorn del 20% als sectors intensius i menys intensius en l'ús del coneixement.

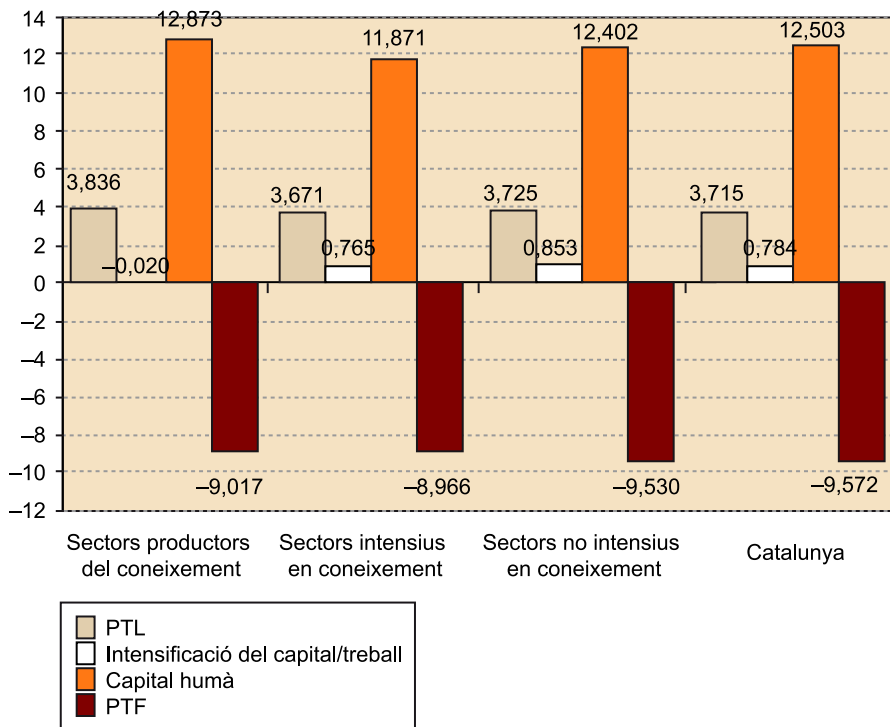
Gràfic 13. Una descomposició del nivell productivitat del treball de l'economia catalana, sobre la base de la intensificació de la ràtio capital-treball i la PTF. 2001.



Logaritmes de la productivitat del treball i dels seus components.
Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

Amb tot, i com ja hem assenyalat, la introducció d'un component de mesura del capital humà, que recull les millores de la qualitat d'aquest *input*, matisa notablement els resultats anteriors, en el sentit que redueix dràsticament la participació de l'eficiència de la combinació de factors productius en l'explicació de la productivitat del treball (vegeu el gràfic 14). En efecte, la incorporació del component del capital humà es revela com a encertada, ja que es converteix en l'element determinant de l'explicació de la productivitat del treball. De fet, i com destaca la literatura internacional actual, les complementaritats evidents trobades entre el capital humà i l'indicador d'eficiència econòmica, copsat per mitjà de la PTF, es revelen com els elements determinants en l'explicació del nivell de productivitat del treball i, per tant, del creixement econòmic a llarg termini de l'economia catalana. A més, l'estratificació per intensitat en coneixement del teixit productiu ens corrobora, també a Catalunya, la generalització progressiva del procés de canvi econòmic vinculat amb la consolidació d'una economia basada en el coneixement i, encara més, que la generació i l'ús intensiu de les TIC, la formació i la recerca i el desenvolupament es convertiran en alguns dels factors que, sens dubte, determinaran el creixement econòmic i els avenços del benestar material de la societat catalana en el futur immediat.

Gràfic 14. Una descomposició del nivell de productivitat del treball de l'economia catalana, sobre la base de la intensificació de la ràtio capital-treball, el capital humà i la PTF. 2001.



Logaritmes de la productivitat del treball i dels seus components.
 Font: elaboració pròpia a partir de dades de l'Idescat

4. Conclusions

La consolidació progressiva d'una economia basada en el coneixement està transformant profundament l'activitat econòmica. L'economia catalana no és aliena a aquesta dinàmica de canvi, protagonitzada per la interacció creixent entre les tecnologies digitals i els fluxos d'informació i coneixement. En aquest sentit, la publicació de la taula *input-output* de l'economia catalana per al 2001 és una oportunitat excel·lent per a analitzar i parametritzar els efectes que la producció, la inversió i els usos de les TIC i el coneixement generen sobre el teixit productiu del Principat. En aquest context, i a partir de la constatació de la relació simbiòtica entre les TIC i el coneixement, en aquest paper ens hem interrogat, en sintonia amb la investigació internacional actual, sobre l'estructura econòmica i els efectes d'arrossegament del sector TIC, sobre l'economia del coneixement i el seu impacte en el conjunt d'activitats econòmiques i sobre els determinants de la productivitat aparent del treball.

Pel que fa al sector TIC, l'anàlisi ens proporciona un conjunt de resultats rellevants.

Des de la perspectiva de l'**oferta** i les **rendes**, observem el següent:

a) La producció de béns i serveis digitals manifesta una intradependència elevada, amb una proporció significativa de compres intermèdies fetes dins del propi sector (46,4% del total).

b) El 2001 el sector TIC representava el 3,8% del conjunt de la producció de Catalunya.

c) Com a resultat de la seva dinàmica inversora, s'aprecia una intensitat més gran en capital que en treball (la retribució del capital, copsada mitjançant la participació de l'excedent brut d'explotació i amb un 4,0% del total català, és clarament superior a la retribució al treball, copsada per mitjà de la remuneració als assalariats i amb un 3,3% del conjunt de Catalunya).

d) El 2001 el sector va generar poc més de seixanta mil llocs de treball, un 1,9% del total, clarament per sota de la seva participació en el total de la producció.

e) La participació de la producció de béns i serveis digitals sobre el conjunt de valor afegit brut generat per l'economia catalana se xifra en un 3,6%.

Des de la **demanda** s'observa el següent:

a) Una participació modesta sobre el consum privat (del 2,8%).

b) Una participació de la inversió destacable, que se situa en un 9,4% de la formació bruta de capital fix feta pel conjunt de l'economia catalana.

c) Un grau d'obertura exterior no menyspreable, representat per una participació del 4,5% sobre el total d'exportacions (Espanya i estranger) i del 7,0% sobre el total d'importacions (Espanya i estranger).

En aquest sentit, destacad'aportació rellevant que el sector TIC fa en les relacions econòmiques estrictament internacionals, ja que representa un 6,7% del total d'exportacions a l'estranger i un 9,9% del total d'importacions procedents de l'exterior d'Espanya.

En resum, de l'exercici de caracterització per al sector TIC podem concloure que la seva intensitat tecnològica, una dinàmica inversora i una orientació clara als mercats internacionals ens determinen un patró d'especialització intensiu en capital i, com a conseqüència, un nivell d'eficiència superior al de la resta de branques d'activitat de l'economia catalana.

Així, podem esmentar que el sector:

a) Disposa d'una taxa d'obertura internacional, mesurada mitjançant el pes de les exportacions i les importacions sobre la producció, que supera àmpliament la de la resta de branques d'activitat (99,5%, enfront del 65,2%).

b) Presenta un model de creixement basat en el binomi inversió - sector exterior, ja que la formació bruta de capital fix i les exportacions representen un 27,1% de la producció (enfront del 10,4% de la resta de branques).

c) És un sector intensiu en capital (la participació de l'excedent brut d'exploació sobre la remuneració d'assalariats és del 106,5%, enfront del 85,5% de la resta de sectors).

d) És un sector eficient, amb una productivitat aparent del treball, mesurada amb el VAB generat per lloc de treball equivalent, de 74.300 euros, enfront dels 40.400 de la resta de branques d'activitat de l'economia catalana.

El sector ocupa la dinovena posició, quan ordenem el conjunt de 122 branques de producció de l'economia catalana en funció de l'ordre descendent del seu nivell de productivitat aparent del treball.

Una comparació internacional del sector TIC català ens confirma una posició, tant en termes de VAB, com d'ocupació o de comerç exterior, endarrerida respecte als països que lideren el procés de transició cap a l'economia digital. Finalment, i ja fora del sector, cal destacar que el 2001 els sectors més intensius en la utilització de productes i serveis digitals eren els serveis de més valor afegit, en especial els vinculats amb la investigació i la seguretat, la justícia, la sanitat, les finances, l'activitat empresarial, l'ensenyament, la recerca i el

desenvolupament, el turisme, el transport i el comerç. En canvi, i dins del sector industrial, només identifiquem alguna branca de producció dels sectors energètic, elèctric i de fabricació de maquinària i aparells.

Després d'identificar i caracteritzar el sector TIC, s'ha analitzat l'impacte de l'economia del coneixement. Per a fer-ho s'han identificat les branques de producció rellevants en aquesta àrea: les TIC i les activitats de formació i de recerca i desenvolupament. De fet, tot i que aquest és un exercici de càlcul limitat, ja que amb aquesta parametrització només podem comptar les compres efectuades dins i fora del sector, amb la qual cosa no es consideren, per exemple, les habilitats tecnològiques o les competències professionals que incorporen els agents o les organitzacions implicades en el procés productiu, els resultats obtinguts ens proporcionen una aproximació, per bé que incompleta, de la presència de l'economia del coneixement a Catalunya.

Un primer element que hem de destacar és la presència minsa del coneixement, copsat per mitjà dels consums intermedis de TIC, formació i R+D, en l'estructura productiva de Catalunya. En efecte, les dades del 2001 ens corroboren que només un 6,0% de les compres efectuades pel conjunt del teixit productiu de Catalunya tenien a veure amb els productes i serveis relacionats amb el coneixement. En segon lloc, també és mencionable el fet que la major part de compres de coneixement es van fer dins del propi sector de producció del coneixement (un 45,3%). I, en tercer lloc, no cal perdre de vista la intradependència elevada que hem trobat en l'anàlisi detallada dels components del consum intermedi dels subsectors que integren el sector de l'economia del coneixement. En efecte, els consums intermedis de productes del coneixement representen un 48,2% del total de compres del sector TIC, un 30% del total de compres del sector de la formació i un 30,4% del total de compres del sector de la recerca i el desenvolupament.

D'altra banda, l'anàlisi dels components d'oferta i de renda de l'economia del coneixement a Catalunya el 2001 ens certifiquen la poca importància relativa del sector, amb una participació sobre el valor total de la producció i dels llocs de treball generats del 6,2% i el 6,6%, respectivament, per bé que, en termes de valor afegit generat, la contribució de la producció de mercaderies vinculades amb el coneixement puja fins al 7,2%. Des de la perspectiva de la demanda, la caracterització de l'economia del coneixement a Catalunya també ens permet extreure algunes conclusions rellevants. Primer de tot, hem de destacar la participació notable dels components de la inversió i del sector exterior. Així, la contribució dels sectors productius vinculats a l'economia del coneixement se situen, en relació amb el conjunt de l'economia catalana, en un 9,4% del total de la formació bruta de capital fix, en un 4,9% del total d'exportacions i en un 7,1% del total d'importacions. A més, i com a novetat, també és molt apreciable la contribució al consum públic, xifrada en un 19,2%. De fet, podríem caracteritzar la producció de coneixement a Catalunya, com un sector inversor, amb dèficit exterior i que representa una part substancial del consum públic fet. En canvi, la participació del consum privat és més modesta, i se situa en

un 5,0% del total. En aquest sentit, i en relació amb el comerç exterior, hem de destacar el superàvit comercial amb la resta d'Espanya, xifrat en un 0,3% del conjunt d'operacions (exportacions i importacions) de relació exterior (a Espanya i l'estranger) de l'economia catalana, per bé que aquest queda més que compensat pel dèficit de relacions comercials amb l'estranger (-1,2% del total de relacions exteriors). En suma, els sectors de l'economia del coneixement presenten un dèficit exterior del -0,9% del total de relacions comercials amb Espanya i l'estranger. Finalment, i per bé que els registres conjunts de la productivitat aparent del treball al sector se situen entorn de la mitjana catalana, amb un valor de 46.400 euros per lloc de treball, enfront dels 41.100 del conjunt del teixit productiu, l'anàlisi dels efectes sinèrgics cap a la resta de branques d'activitat sí que ens corrobora una utilització important dels béns i serveis de coneixement per part d'un conjunt important de sectors productius. En efecte, entre els sectors que usen les TIC, la formació i l'R+D per sobre de la mitjana catalana trobem essencialment un conjunt important de serveis (seguretat, sanitat, serveis a les empreses, arquitectura i enginyeria, administració pública, finances, transport, comunicació, turisme, comerç i lloguer), les indústries més directament vinculades amb la fabricació digital (electrònica, elèctrica, d'instruments de precisió i d'equips domèstics) i la indústria energètica i de l'aigua.

Per acabar, i tenint en compte les diferents aproximacions, exògenes i endògenes, al creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica, s'ha plantejat un exercici de descomposició de la productivitat aparent del treball, que s'explicaria per la combinació entre la dependència/intensificació del capital per treballador, el capital humà i l'eficiència en la utilització de factors productius (PTF), una vegada descomptades les correccions introduïdes per l'ús del capital productiu i per les millores de qualitat del treball. En aquesta equació, parametritzada pel conjunt de les 122 branques d'activitat de l'economia catalana, totes les variables són conegudes i, per tant, la productivitat total dels factors es pot obtenir com un residu.

La introducció dels paràmetres vinculats amb l'economia del coneixement s'ha fet amb una segmentació sectorial que dissectiona l'economia catalana en tres grans branques d'activitat a partir de la intensitat de les compres intermèdies dels productes i serveis del coneixement:

a) Els sectors productors de coneixement o economia del coneixement, que integren les 11 branques d'activitat dels subsectors TIC, formació i R+D.

b) Els sectors intensius en coneixement, que es caracteritzen per fer un ús intensiu dels productes i serveis digitals, de formació i d'R+D, copsats per mitjà d'una participació d'aquests components de despesa intermèdia superior a la mitjana del Principat (les 25 branques d'activitat que superen el 6% del total del consum intermedi).

c) Els sectors no intensius en coneixement, que integren la resta de branques d'activitat (87), amb una participació de les compres de coneixement inferior a la mitjana catalana.

De fet, aquesta segmentació ens permet l'agregació de les branques productives de generació i d'ús intensiu del coneixement, amb l'obtenció d'alguns resultats rellevants: a) el 2001 representaven poc més d'una tercera part del conjunt de l'activitat productiva. La producció de coneixement i els seus usos intensius constituïen un 31,4% de la producció, un 38,4% dels llocs de treball generats i un 37,8% del VAB; b) des de la perspectiva de la demanda interna, els sectors del coneixement tenen una orientació pública important, ja que representen un 60,5% del conjunt del consum públic fet a Catalunya, enfront del 30,3% i del 20,4% del total del consum privat i d'inversió productiva, respectivament; i c) des de la perspectiva de la demanda externa, les branques productives del coneixement generen la major part de l'excedent comercial exterior del Principat. Tot i que la participació de les exportacions i les importacions no són significativament rellevants (23,5% i 20,9% del total d'exportacions i d'importacions, respectivament), el fort superàvit generat per la balança comercial exterior (Espanya i estranger) dels sectors intensius en l'ús del coneixement, sobretot amb la resta d'Espanya, compensen més que proporcionalment el dèficit comercial assolit per les branques productores de coneixement o d'economia del coneixement, i acaben per explicar dues terceres parts del total del superàvit comercial amb l'exterior (Espanya i estranger) de Catalunya.

Finalment, els resultats de l'aproximació empírica duta a terme sobre els components de la productivitat del treball a Catalunya el 2001, a partir de l'estratificació sectorial en funció de la producció i la intensitat d'ús del coneixement, ens posen en relleu algunes conclusions rellevants. En primer lloc, cal destacar que apreciem una associació positiva entre la generació del coneixement i la productivitat del treball. En efecte, el nivell de productivitat del treball, expressat en termes homogenis i logarítmics, de les branques productives integrades al sector de producció de coneixement o economia del coneixement és la més elevada del conjunt del teixit productiu de Catalunya. A més, un primer exercici de descomposició del nivell de productivitat ens certifica la importància del factor residual o PTF. Es detecta una relació directa entre la participació de l'indicador d'eficiència en l'explicació de la productivitat del treball i la intensitat en l'ús del coneixement. Així, la PTF explica totalment el nivell de productivitat del treball a les branques de producció del coneixement o economia del coneixement, un 79,2% del nivell de productivitat a les branques intensives en l'ús del coneixement i un 77,1% de la productivitat del treball a la resta de branques menys intensives en l'ús del coneixement de l'economia catalana. Amb tot, la introducció d'un component de mesura del capital humà, que recull les millores de la qualitat d'aquest *input*, matisa notablement els resultats anteriors, en el sentit que redueix dràsticament la

participació de la PTF en l'explicació de la productivitat del treball. Així, la incorporació del component del capital humà es converteix en l'element determinant de l'explicació de la productivitat del treball.

De fet, i com destaca la recerca internacional, les complementarietats evidents trobades entre el capital humà i l'indicador d'eficiència econòmica, copsat mitjançant la PTF, es revelen com els elements determinants en l'explicació del nivell de productivitat del treball i, per tant, del creixement econòmic a llarg termini de l'economia catalana. A més, l'estratificació per intensitat en coneixement del teixit productiu ens corrobora, també a Catalunya, la generalització progressiva del procés de canvi econòmic vinculat amb la consolidació d'una economia basada en el coneixement. I, encara més, la generació i l'ús intensiu de les TIC, la formació i la recerca i el desenvolupament es convertiran en alguns dels factors que, sens dubte, determinaran el creixement econòmic i els avenços del benestar material de la societat catalana en el futur immediat.

Tot i les limitacions importants del treball dut a terme, sobretot pel que fa a la identificació i a l'aproximació sectorial, la manca d'indicadors de preus, la no-disposició d'una sèrie temporal i les restriccions i variables imposades a l'anàlisi, el fet de disposar de la taula *input-output* per a 122 branques d'activitat de l'economia catalana el 2001 ha fet molt atractiva la idea de mesurar, per primera vegada i per al conjunt del teixit productiu de Catalunya, la importància relativa i l'estructura econòmica del sector TIC i de l'economia del coneixement, i també l'anàlisi dels determinants de la productivitat aparent del treball. En aquest sentit, i atesa la seva importància per al desenvolupament futur de l'economia catalana, la possibilitat de disposar d'una informació més detallada per als sectors productius, d'una sèrie temporal, de variables de preus i d'indicadors més complets, que recullin el desglossament dels serveis de capital i de treball en funció de la intensitat del coneixement, es constitueix en línies de millora importants, donen a aquesta investigació un caràcter preliminar i suggereixen la continuació futura del treball.

Resum

En el procés de transició des d'una economia industrial cap a una economia global i basada en el coneixement, la inversió i els usos de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) i els fluxos d'informació i coneixement s'han convertit en dos dels factors explicatius determinants de la productivitat i, en conseqüència, del progrés material de la societat.

A partir de la constatació de la relació simbiòtica entre les TIC i el coneixement, i sobre la base de les dades que ens proporciona la taula *input-output* i que es refereixen a 122 sectors productius de l'economia catalana per al 2001, en aquest mòdul s'han analitzat: a) l'estructura del sector TIC i dels sectors productius vinculats amb la producció del coneixement; i b) els determinants de la productivitat aparent del treball.

Els resultats obtinguts ens suggereixen una contribució important de l'eficiència de la combinació de factors en l'explicació dels determinants de la productivitat aparent del treball a Catalunya, al mateix temps que confirmen l'associació positiva entre la producció i l'ús intensiu del coneixement i la productivitat total dels factors. D'aquesta manera, es constata, també per a l'economia catalana, que la producció i els usos intensius del coneixement es consoliden com a motors del creixement potencial de la seva activitat productiva.

Bibliografia

Abramovitz, M. (1956). "Resource and Output Trends in the United States since 1870". *Papers and Proceedings of American Economic Association* (pàg. 5-23).

Aghion, P.; Durlauf, S. N. (2005). *Handbook of Economic Growth*. Amsterdam: Elsevier North-Holland.

Albers, R. M. (2006). "From James Watt to Wired Networks: Technology and Productivity in the Long Run". A: Matilde Mas; P. Schreyer. *Growth, Capital and New Technologies*. Bilbao: Fundación BBVA.

Antonelli, C. (1997). "New Information Technologies and the Knowledge-Based Economy". *Review of Industrial Organization* (vol. 12, pàg. 593-607).

Antonelli, C.; Geuna, A.; Steinmueller, E. (2000). "Information and Communication Technologies and the Production, Distribution and Use of Knowledge". *International Journal of Technology Management* (vol. 20, núm. 1-2, pàg. 72-94)..

Arrow, K. J. (1962). "The Economic Implications of Learning by Doing". *Review of Economic Studies* (vol. 29, pàg. 155-173).

Atkeson, A.; Kehoe, P. J. (2001). "The Transition to a New Economy after the Second Industrial Revolution" [article en línia]. *NBER Working Paper 8676*. Disponible a: <<http://www.nber.org/papers/w8676>>

Autor, D.; Levy, F.; Murnane, R. J. (2001). "The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration" [article en línia]. *NBER Working Paper 8337*. Disponible a: <<http://www.nber.org/papers/w8337>>

Bai, Ch.; Yuen, Ch. (2003). *Technology and the New Economy*. Cambridge (Massachusetts): The MIT Press.

Baily, M. N.; Lawrence, R. Z. (2001). "Do we have a new e-economy?". *American Economic Review* (vol. 91, núm. 2, pàg. 308-313).

Baily, M. N. (2002). "The New Economy: Post Mortem or Second Wind? *Journal of Economic Perspectives* (vol. 16, núm. 1, pàg. 3-22).

Banc Central Europeu (2001, juliol). "Nuevas tecnologías y productividad en la zona euro". *Boletín Mensual* (pàg. 45-58).

Bresnahan, T. F.; Trajtenberg, M. (1995). "General Purpose Technologies: Engines of Growth?". *Journal of Econometrics* (vol. 65, núm. 1, pàg. 83-108).

Bosworth, B. P.; Triplett, J. E. (2000). *What's New About the New Economy? IT, Growth and Productivity*. Washington, DC: The Brookings Institution.

Castells, M. (1996). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura*. Vol. I: *La Sociedad Red*. Madrid: Alianza Editorial, 2000.

Castells, M. (2004). *The Information Society*. Cheltenham/Northampton (Massachusetts): Edward Elgar.

Castells, M. (2006). *De la función de producción agregada a la frontera de posibilidades de producción: productividad, tecnología y crecimiento económico en la era de la información*. Barcelona: Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.

Colecchia, A. (2001). "The Impact of Information and Communications Technologies on Output Growth: Issues and Preliminary Findings" [article en línia]. *STI Working Papers 11*. Disponible a: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>

Colecchia, A.; Schreyer, P. (2001). "ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A comparative study of nine OCDE Countries" [article en línia]. *STI Working Papers 2001/7*. Disponible a: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>

Crafts, N. (2000). "The Solow Productivity Paradox in Historical Perspective", *Long-Term Trends in the World Economy*. Copenhagen: University of Copenhagen.

Daveri, F. (2001). "Information Technology and Growth in Europe". *University of Parma Working Paper*. University of Parma.

David, P. A. (1990, maig). "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox". *American Economic Review, Papers and Proceedings* (vol. 80, pàg. 355-361).

David, P. A. (2000). "Understanding Digital Technology's Evolution and the Path of Measured Productivity Growth: Present and Future in the Mirror of the Past". A: E. Brynjolfsson; E. Kahin *Understanding the Digital Economy*. Cambridge (Massachusetts): The MIT Press.

Denison, E. (1986). *Trends in American Economic Growth, 1929-1982*. Washington, DC: The Brookings Institution..

Departament de Comerç dels EUA (1998). *The Emerging Digital Economy*. Washington, DC: US Government Printing Office..

Departament de Comerç dels EUA (1999). *The Emerging Digital Economy II*. Washington, DC: US Government Printing Office.

Departament de Comerç dels EUA (2000). *Digital Economy 2000*. Washington, DC: US Government Printing Office i Economics and Statistics Administration.

Dolfsma, W.; Soete, L. (2006). *Understanding the Dynamics of a Knowledge Economy*. Cheltenham/Northampton (Massachusetts): Edward Elgar.

Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G.; Soete, L. (1988). *Technical Change and Economic Theory*. Londres / Nova York: Pinter Publishers.

Feldstein, M. (2003). "Why is Productivity Growing Faster?" [article en línia]. *NBER Working Paper 9530*. Disponible a: <<http://www.nber.org/papers/w9530>>

Fuente, A. de la (1992). "Histoire d'A: Crecimiento y Progreso Técnico". *Investigaciones Económicas* (vol. 16, núm. 3, pàg. 331-391).

Fuente, A. de la (1998). *Innovación tecnológica y crecimiento económico*. Madrid: Fundación COTEC.

Fons Monetari Internacional (FMI) (2001). "The Information Technology Revolution" [article en línia]. *World Economic Outlook October 2001*. Washington, DC.. Disponible a: <<http://www.imf.org>>

Foray, D.; Lundvall, B. A. (1996). "The Knowledge-Based Economy: From the Economics of Knowledge to the Learning Economy" *Employment and Growth in the Knowledge-based Economy*. París: OCDE.

Geuna, A. (1999). *The Economics of Knowledge Production. Funding and the Structure of University Research*. Cheltenham/Northampton (Massachusetts): Edward Elgar.

Gordon, R. J. (1999). "Has the "New Economy" Rendered the Productivity Slowdown Obsolete?". *Northwestern University Working Paper*. Northwestern University.

Gordon, R. J. (2000). "Does the "New Economy" Measure Up the Great Inventions of the Past?". *Journal of Economic Perspectives* (vol. 14, pàg. 49-74).

Gordon, R. J. (2003). "Hi-Tech Innovation and Productivity Growth: Does Supply Create its Own Demand?" [article en línia]. *NBER Working Paper 9437*. Disponible a: <<http://www.nber.org/papers/w9437>>

Gordon, R. J. (2004). "The 1920s and the 1990s in Mutual Reflection". *Economic History Conference: Understanding the 1990s: The Long Term Perspective*. Duke University.

Gordon, R. J. (2004). "Five Puzzles in the Behavior of Productivity, Investment, and Innovation". *Northwestern University Working Paper*. Northwestern University.

Gordon, R. J. (2004). "Why was Europe left at the Station When America's Productivity Locomotive Departed?". *Centre for Economic Policy Research (CEPR) Working Paper*. Londres.

Greenan, H.; Horty, Y.; Mairese, J. (2002). *Productivity, Inequality, and the Digital Economy*. Cambridge (Massachusetts): The MIT Press.

- Greenspan, A.** (1999). "Information, Productivity, and Capital Investment". *The Business Council*. Boca Raton (Florida).
- Hicks, J. R.** (1965). *Capital and Growth*. Nova York: Okford University Press.
- Jones, Ch. I.** (1988). *Introduction to Economic Growth*. Nova York: Norton and Company.
- Jorgenson, D. W.; Griliches, Z.** (1967). "The Explanation of Productivity Change". *Review of Economic Studies* (vol. 34, núm. 3, pàg. 249-282).
- Jorgenson, D. W.; Stiroh, K. J.** (1999). "Productivity Growth: Current Recovery and Longer-term Trends". *American Economic Review, Papers and Proceedings* (vol. 89, núm. 2, pàg. 109-115).
- Jorgenson, D. W.; Stiroh, K. J.** (2000). "Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age". *Brookings Papers on Economic Activity* (vol. 1, pàg. 161-167).
- Jorgenson, D. W.; Stiroh, K. J.** (2001). "Information Technology and the US Economy". *American Economic Review* (vol. 91, pàg. 1-32).
- Jorgenson, D. W.; Ho, M. S.; Stiroh, K.** (2005). *Productivity. Vol. 3: Information Technology and the American Growth Resurgence*. Cambridge (Massachusetts): The MIT Press.
- Jovanovic, B.; Rousseau, P. L.** (2006). "General Purpose Technologies". A: P. Aghion; S. N. Durlauf (ed.). *Handbook of Economic Growth* (pàg. 1182-1226). Amsterdam: Elsevier North-Holland.
- Kendrick, J.** (1956). "Productivity Trends: capital and labor". *Review of Economics and Statistics* (vol. 38, núm. 3, pàg. 248-257).
- Kutznets, S.** (1971). *Economic Growth of Nations*. Harvard (Massachusetts): Cambridge University Press.
- Kranzberg, M.** (1985). "The information age: evolution or revolution?". *Information Technologies and Social Transformation*. Washington, DC: National Academy of Engineering.
- Long, B. de** (2001). "A Historical Perspective on the New Economy". *Montreal New Economy Conference*. Mont-real.
- López Cerezo, J. A.; Sánchez Ron, J. M.** (2001). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Editorial Biblioteca Nueva.
- Lucas, R. E.** (1988). "On the Mechanics of Economic Development". *Journal of Monetary Economics* (vol. 22, pàg. 3-42).
- Maddison, A.** (2001). *The World Economy. A millennial Perspective*. París: OECD Development Centre Studies.
- Mankiw, N. G.; Romer, D.; Weil, D.** (1992). "A contribution to the Empirics of Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics* (vol. 107, pàg. 407-438).
- Marx, K.** (2000). *El capital: crítica de la economía política* (primera edició 1863/1883). Madrid: Ediciones Akal..
- Mas, M.; Quesada, J.** (2005). *Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Mas, M.; Schreyer, P.** (2006). *Growth, Capital and New Technologies*. Bilbao: Fundación BBVA..
- McClellan, J. E.; Dorn, H.** (1999). *Science and Technology in World History: An Introduction*. Nova York / Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Milana, C.; Zeli, A.** (2002). "The Contribution of ICT in Production Efficiency in Italy: Firm-level Evidence Using Data Envelopment Analysis and Econometric Estimations" [article en línia]. *STI Working Papers 2002/13*. Disponible a: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>
- Mokyr, J.** (1990). *The Level of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Nova York: Oxford University Press.

Nonneman, W.; Vandhout, P. (1996). "A further augmentation of the Solow model and the empirics of economic growth for OECD countries". *Quarterly Journal of Economics* (vol. 110, pàg. 943-953).

Nordhaus, W. D. (2002). "Productivity Growth and the New Economy". *Brookings Papers on Economic Activity* (núm. 2, pàg. 211-265).

Nonaka, I.; Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge Creating Company*. Oxford / Nova York: Oxford University Press.

OCDE (1999). *Tableau de bord de l'OCDE de la Science, de la Technologie et de l'Industrie 1999. Mesurer les économies fondées sur le savoir*. París.

OCDE. (2000). *A New Economy?. The Changing Role of Innovation and Information Technology in Growth*. París.

OCDE. (2002). *Measuring the Information Economy*. París.

OCDE. (2003). *ICT and Economic Growth. Evidence from OECD Countries, Industries and Firms*. París.

Oliner, S. D.; Sichel, D. E. (2000). "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story". *Journal of Economic Perspectives* (vol. 14, pàg. 3-22).

Comissió Europea (2003). *Europe resume the catching-up process?* Brussel·les.

Pérez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital*. Cheltenham/ Northampton (Massachusetts): Edward Elgar.

Pilat, D.; Lee, F. C. (2001). "Productivity Growth in ICT-Producing and ICT-Using Industries. A Source of Growth Differentials in the OCDE?" [article en línia]. *STI Working Papers 2001/4*. Disponible a: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>

Pohjola, M. (2001). *Information Technology, Productivity, and Economic Growth*. Oxford / Nova York: Oxford University Press.

Polanyi, M. (1978). *Personal Knowledge*. Londres / Nova York: Routledge.

Rodrigues, M. J. (2002). *The New Knowledge Economy in Europe. A Strategy for International Competitiveness and Social Cohesion*. Cheltenham/Northampton (Massachusetts): Edward Elgar.

Roeger, W. (2001). "The Contribution of Information and Communication Technologies to Growth in Europe and the United States: A Macroeconomic Analysis". *Economic Papers, 147*. Comissió Europea.

Romer, P. M. (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy* (vol. 94, núm. 5, pàg. 1002-1037).

Romer, P. M. (1990). "Endogenous Technical Change". *Journal of Political Economy* (vol. 98, núm. 5, pàg. 71-102).

Romer, P. M. (1994). "The Origins of Endogenous Growth". *Journal of Economic Perspectives* (vol. 8, núm. 1, pàg. 3-22).

Rooney, D.; Hearn, G.; Ninan, A. (2005). *Handbook on the Knowledge Economy*. Cheltenham/Northampton (Massachusetts): Edward Elgar.

Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Nova York: Oxford University Press.

Shapiro, C.; Varian, H. R. (1999). *Information Rules. A Strategic Guide to the Network Economy*. Boston (Massachusetts): Harvard Business School Press.

Salter, W. E. G. (1960). *Productivity and Technical Change*. Cambridge (Massachusetts): Cambridge University Press.

Scarpetta S. A.; Bassanini, A.; Pilat, D.; Schreyer, P. (2000). "Economic Growth in the OECD Area: Recent Trends at the Aggregate and Sectoral levels" [article en línia]. *OECD Economics Department Working Papers 248*. Disponible a URL: <<http://www.oecd.org/eco/eco/>>

- Schreyer, P.** (2000). "The Contribution of Information and Communication Technologies to Output Growth" [article en línia]. *STI working paper 2000/2*. Disponible a: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>
- Schultz, T. W.** (1961, març). "Investment in Human Capital". *American Economic Review* (pàg. 1-17).
- Solow, R. M.** (1956). "A contribution to the Theory of Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics* (vol. 70, núm. 1, pàg. 65-94).
- Solow, R. M.** (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". *Review of Economics and Statistics* (vol. 39, núm. 3, pàg. 312-320).
- Solow, R. M.** (1970). *Growth Theory: An Exposition*. Nova York: Oxford University Press.
- Stehr, N.** (2002). *Knowledge and Economic Conduct. The Social Foundations of the Modern Economy*. Toronto: Toronto University Press.
- Stiroh, K. J.** (2001). "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?". *Staff Report 115*. Nova York: Federal Reserve Bank of New York.
- Swan, T. W.** (1956, novembre). "Economic Growth and Capital Accumulation". *The Economic Record* (pàg. 334-361).
- Temple, J.** (1998). "Equipment Investment and the Solow Model". *Oxford Economic Papers* (núm. 50, pàg. 39-62).
- Terricabres, J. M. (coord.)** (2001). *El pensament filosòfic i científic*. Barcelona: Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya / Enciclopèdia Catalana.
- Timer, M.; Ypma, G.; Ark, B. van** (2003). "IT in the European Union: Driving Productivity Convergence". *University of Groningen Working Paper*. University of Groningen.
- Torrent, J.** (2002). "De la nueva economía a la economía del conocimiento. Hacia la tercera revolución industrial". *Revista de Economía Mundial* (vol. 7, pàg. 39-68).
- Torrent, J.** (2004). *Innovació tecnològica, creixement econòmic i economia del coneixement*. Barcelona: Edicions del Consell de Treball, Econòmic i Social de Catalunya (CTESC).
- Van Ark, B.** (2001). "The Renewal of the Old Economy: Europe in an Internationally Comparative Perspective". *University of Groningen Working Paper*. University of Groningen.
- Ark, B. van; Inklaar, R. Y.; McGuckin, R.** (2002). "Changing Gear. Productivity, ICT and Service Industries: Europe and United States". *University of Groningen Working Paper*. University of Groningen.
- Ark, B. van; Melka, J.; Mulder, N.; Timmer, M.; Ypma, G.** (2002). *ICT Investment and Growth Accounts for the European Union, 1980-2000*. Brussel·les: Comissió Europea.
- Vilaseca, J.; Torrent, J.** (2003). "Conocimiento, trabajo y actividad económica en España. Un análisis empírico de las relaciones ingreso-gasto". *Economía Industrial* (núm. 348, pàg. 53-66).
- Vilaseca, J.; Torrent, J.** (2005). *Cap a l'empresa xarxa. Les TIC i les transformacions de l'empresa catalana*. Barcelona: Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya.
- Vilaseca, J.; Torrent, J.** (2005). *Principios de Economía del Conocimiento. Hacia una economía global del conocimiento*. Madrid: Editorial Pirámide.
- Vilaseca, J.; Torrent, J.** (2006). "TIC, conocimiento y crecimiento económico. Un análisis empírico, agregado e internacional sobre las fuentes de la productividad". *Economía Industrial* (núm. 360, pàg. 41-60).
- Whelan, K.** (2000). "Computers, Obsolescence, and productivity". *Finance and Economics Discussion Paper*. Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System.

