

Innovació tecnològica, creixement econòmic i economia del coneixement

*Una aproximació empírica, agregada i
internacional a la incorporació del
coneixement a l'activitat productiva
durant la dècada dels noranta*

Projecte de tesi doctoral per a l'obtenció
del grau de doctor

Joan Torrent i Sellens
Director: Dr. Jordi Vilaseca i Requena

Programa de doctorat sobre la societat
de la informació i el coneixement
Institut Interdisciplinar d'Internet (IN3)
Universitat Oberta de Catalunya (UOC)



Barcelona, febrer del 2002

DL- 52006-2002

*A la Marga
i als meus dos fills: en Gerard i en Joan*

Sobre l'objecte de la investigació:
"El coneixement és la conformitat de l'objecte i l'intel·lecte"
Averrois (1126-1198): *Destructio Destructionum*

Sobre la investigació:
L'escriptor té una responsabilitat total davant de l'època que li ha tocat viure.
La primera obligació d'un escriptor és observar,
relatar,
manifestar l'època en què es troba.
Josep Pla (1897-1981): *La Vida amarga*

Sobre la difusió de la investigació:
La ciència no ha de ser un plaer egoista. Els qui són prou afortunats per a
poder-se dedicar a un treball científic han de ser els primers a posar
el seu
coneixement al servei de la humanitat
Karl Marx (1818-1883), a Paul Lafargue: *Souvenirs personnels*

Sobre el paper de l'investigador:
"A la darrereria del segle passat, va aparèixer per primera vegada en la història de la
cultura un tipus d'estudis que, sense pretendre ser un filòsof, dedicava la vida a fer-se
una idea pròpia del món i se'n va dir intel·lectual. Com que la situació d'aquest tipus
intel·lectual era forçosament equívoca, es pretengué definir-lo: "Intel·lectual - deia un
humorista català de qui ignorem el nom- és l'home que, quan arriba als quaranta anys, la
família ha de mantenir." En l'ambient barceloní foren diverses les persones que es van
distingir com a intel·lectuals... L'any 1898, quan Espanya va perdre les darreres colònies
del seu imperi, la notícia va ser comentadíssima a Barcelona. No cal dir que a l'Ateneu
Barcelonès, centre intel·lectual per excel·lència, no es parlava d'altra cosa. La conversa es
va allargar fins a la matinada. Cadascú hi va dir la seva, sense que els comentaris
arribessin a un acord definitiu. En sortir, els comentaris van continuar a la Rambla per
part d'un grup. I, veient aquest que amb tants de comentaris no s'arribava a cap solució, un
intel·lectual il·lustre << no reproduïm el nom >> va dir:
-Bé. I ara, què hem de fer, els intel·lectuals?"
Josep Pla (1897-1981): *Notes del capvesprol*

Sumari

Agraïments.....	iii
Llista de quadres.....	v
Llista de figures.....	vii
Preàmbul.....	1
Introducció.....	5
1. L'economia del coneixement: definició i dinàmica.....	15
1.1. Les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC).....	16
1.1.1. Una aproximació metodològica a les revolucions tecnològiques.....	18
1.1.2. La revolució de les tecnologies de la informació i la comunicació.....	27
1.1.3. Alguns aspectes econòmics de la revolució de les TIC.....	39
1.2. Coneixement i activitat econòmica.....	54
1.2.1. El coneixement com a recurs econòmic.....	54
1.2.2. El coneixement com a mercaderia.....	60
1.2.3. L'economia del coneixement.....	67
1.3. Les mesures de l'economia del coneixement.....	76
1.3.1. Les mètriques del sector TIC.....	77
1.3.2. Algunes mesures de l'economia del coneixement.....	85
2. El pensament econòmic sobre el progrés tecnològic.....	94
2.1. La visió clàssica del creixement econòmic i el canvi tècnic.....	95
2.2. Les teories modernes del creixement econòmic.....	107
2.2.1. La representació del progrés tècnic.....	111
2.2.2. La classificació del progrés tècnic.....	114
2.3. El creixement econòmic exogen.....	119
2.3.1. El punt de partida dels models de creixement.....	119
2.3.2. El model de Solow-Swan.....	122
2.3.3. La tecnologia i el model de Solow.....	127
2.3.4. Alguns exercicis de comptabilitat del creixement.....	131
2.4. El creixement econòmic endogen.....	136
2.4.1. Els models de learning-by-doing.....	138
2.4.2. Els models endògens amb externalitats i rendiments creixents.....	142
2.4.3. Els models de capital humà: I+D i catch-up tecnològic.....	146
2.4.3.1. Els models unisectorials i bisectorials de Lucas.....	147
2.4.3.2. Un model endogen combinat: rendiments creixents i catch-up tecnològic.....	155
2.4.4. L'economia de les idees: el model de Romer.....	158

3. La incorporació del coneixement a l'activitat econòmica.....	163
3.1. Un model empíric de la producció de coneixement.....	163
3.2. TIC, productivitat i creixement econòmic: l'evidència empírica internacional.....	171
3.3. Coneixement, productivitat i creixement econòmic: una contribució empírica.....	185
Conclusions.....	191
Bibliografia.....	202
Annexos.....	225
Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIIU o SIC Rev-3) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígit.....	225
Annex 2.1. La tecnologia de l'economia.....	234
Annex 2.2. La distribució de la renda i la productivitat marginal.....	239
Annex 2.3. Sistemes dinàmics: equacions diferencials i en diferències.....	242
Annex 2.4. Optimització dinàmica: els hamiltonians.....	249
Annex 3.1. Un model empíric per a la producció de coneixement.....	255
Annex 3.2. La descomposició del producte per càpita a alguns països de l'OCDE.....	260
Annex estadístic.....	262

Agraïments

“Aprendre sense pensar és feina perduda; pensar sense aprendre és perillós”.
Confuci (551-479 aC): Els Analectes de Confuci, llibre 2:15.

El treball d'investigació que es presenta a continuació és el resultat d'un esforç individual que, tanmateix, ha comptat amb les aportacions d'un ampli conjunt de persones, sense les quals i sense cap mena de dubte aquest projecte de tesi doctoral no hagués estat possible. De fet, l'estudi de les transformacions econòmiques derivades de la intensiva incorporació del coneixement a l'activitat productiva necessàriament s'ha de nodrir d'un ampli conjunt d'aportacions. Dic necessàriament perquè l'abast d'aquestes transformacions és tan ampli que un enfocament parcial i exclusivament centrat en l'aparell formal de l'economia ens podria conduir cap a resultats esbiaixats. I dic un ampli conjunt d'aportacions perquè la comprensió global del fenomen passa per abordar diversos aspectes tecnològics i de les ciències socials. Així doncs, en aquest apartat vull expressar el meu sincer agraïment a les persones que en el decurs d'aquesta investigació m'han aportat bibliografia, comentaris, suggerències, ampliacions o qualsevol tipus de recolzament.

En primer lloc, vull expressar la meva gratitud al director d'aquesta investigació: el doctor Jordi Vilaseca. Quan ara fa tot just quatre anys em vaig incorporar als Estudis d'Economia i Empresa de la Universitat Oberta de Catalunya vaig encetar una fructífera relació amb el professor Vilaseca, que espero continuï durant molts anys. La seva disposició en la fase inicial de definició del projecte, molt sovint en detriment del seu temps lliure, la seva visió estructural de l'economia mundial com un tot integrat, l'impuls a la recerca en el si dels Estudis i els seus comentaris, reflexions i motivacions són una part fonamental d'aquest treball d'investigació.

De la mateixa manera, voldria agrair als professors companys dels Estudis d'Economia i Empresa, en especial al Dr. Lladós, a la Dra Rodríguez i al Dr. Meseguer els seus comentaris i recolzament, així com als professors Castillo i Cabañero, que es troben en fase d'elaboració de la seva tesi doctoral, la dedicació del seu temps valuós en escoltar algunes de les meves argumentacions a les ja clàssiques reunions de *pre-doctors* d'alguns divendres a la tarda. A la resta de professors dels Estudis: Batalla, Ficapal, Ruiz, Sabadell, Serradell i, més recentment, Ammetller i Pérez, així com a les secretàries dels Estudis Lola Miró i Noemí Garcia, els vull agrair també el seu suport i ajuda, sobretot, a la darrera fase d'elaboració d'aquest projecte d'investigació. D'altra banda, no vull deixar d'expressar el meu agraïment al col·lectiu de consultors i tutors dels Estudis d'Economia i Empresa que, en tot moment, m'ha donat ànims i recolzament.

Expresso també la meva gratitud al rector de la UOC, el Dr. Gabriel Ferraté, i també a la seva vicerectora de recerca, la Dra Inma Tubella, per haver impulsat, a través de l'IN3, la recerca en el si de la universitat, així com per haver recolzat, en tot moment, aquest projecte d'investigació. De la resta del col·lectiu de la UOC també n'he extret durant aquests anys una lliçó important per a la meua investigació: la interdisciplinarietat com a mètode per a aproximar-se a una realitat complexa. En aquest sentit, m'agradaria citar algunes persones que m'han ajudat i molt a tirar endavant aquesta recerca. En primer lloc, al servei de documentació de la biblioteca, dirigida per l'Adoració Pérez. Voldria agrair a la Marta Enrech,

a la Patricia Riera i al Fernando Sánchez, l'eficàcia i la celeritat del treball de documentació i de recerca d'articles i llibres, sense els quals, simplement, aquest projecte de tesi no s'hagués culminat. En segon lloc, voldria agrair a la Dra Cristina Nogués, antiga directora dels Estudis d'Informàtica i Multimèdia de la UOC, les explicacions sobre els desenvolupaments passats i presents de la informàtica i les telecomunicacions. En tercer lloc, voldria agrair el recolzament de l'Àngel Díaz, becari de l'IN3 i company de treball. Finalment, vull donar les gràcies al conjunt del professorat de la UOC pel suport i l'ànim que en tot moment m'ha donat durant l'elaboració d'aquest projecte de tesi doctoral.

Voldria també agrair al conjunt de professors del programa de doctorat del Departament d'Economia Aplicada de la UAB la seva dedicació i comprensió. Després de cursar el programa de doctorat i de presentar el treball de recerca al Departament d'Economia Aplicada de la UAB, agraeixo, molt sincerament, tant als responsables acadèmics del programa com a l'Escola de Doctorat i de Formació Continua de la UAB, la comprensió i les facilitats que m'han dispensat per al trasllat d'expedient al programa de doctorat de la UOC. Estenc també el meu agraïment als companys que en un moment o altre vàrem coincidir al Departament, entre altres, els professors Ramos, Roca, Sala, Asensio, Muñiz, Mallafré, Mañe i Kyriacou. Menció especial mereix el professor Oliver, amb el qual he tingut el plaer de treballar des del juliol del 1993. A ell li dec l'interès per l'economia aplicada i als membres del seu equip d'investigació, molt especialment a l'Albert Roca (actualment a Pimec-Sefes) i al Pep Pérez, així com a l'Enric Cassany, la demostració del fet que un treball intens és combinable amb estones realment divertides.

Aquest treball d'investigació també té, d'una manera o una altra, un deute amb alguns professors de la Universitat de Barcelona. Estenc també la meva gratitud als professors Tugores, Vidal Villa i Alemany pel recolzament i els ànims expressats, així com al professor Argemí, per haver-me deixat endinsar a la seva extraordinària biblioteca.

D'altra banda, no vull deixar d'agrair el suport rebut d'un ampli conjunt de persones. Els ànims rebuts dels companys de Cerdanyola: Fermí i Montse, Quim i Montse, Serni i Susanna, Jaume i Marta, Jordi i Berni, Juanillo i Àngel i David, les hores que m'ha dedicat el meu amic Oriol (i, per defecte, la Laura) i el recolzament d'altres amics i amigues del Setè Cel també són part important d'aquest treball de recerca.

Per últim, voldria agrair a la meva família, en especial a la Marga, però també als meus pares, germana, àvia, sogres, cunyats i nebots, la comprensió i ajuda que ens han donat durant aquests darrers mesos. El naixement dels meus dos fills: en Gerard i en Joan a l'octubre del 2001 fan encara més lloable l'esforç de la meva dona, sense la qual –no hi ha cap dubte– aquest treball d'investigació no hagués estat possible.

A tots, moltíssimes gràcies.

Cerdanyola del Vallès
Febrer del 2002

Llista de quadres

Quadre 1.1. Determinants tècnics, productius, socials i culturals de la Revolució industrial i de l'Era de la Informació.....	19
Quadre 1.2. Els determinants econòmics de les revolucions tecnològiques (o cicles econòmics de llarga durada).....	23
Quadre 1.3. Una sinopsi de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC).....	28
Quadre 1.4. La digitalització dels tipus d'informació i dels codis de comunicació.....	35
Quadre 1.5. Alguns indicadors d'evolució de les TIC. 1990-2000.....	38
Quadre 1.6. Evolució dels preus dels ordinadors. 1994-2002.....	44
Quadre 1.7. Alguns indicadors recents de la telefonia mòbil a l'OCDE. 1999-2001.....	50
Quadre 1.8. Alguns indicadors recents de l'evolució d'Internet a l'OCDE. 2000.....	53
Quadre 1.9. Les característiques econòmiques de les mercaderies coneixement observable i coneixement tàcit.....	64
Quadre 1.10. Algunes definicions d'economia.....	68
Quadre 1.11. Estructura del consum privat interior a Espanya i als set grans països de l'OCDE. 1970, 1980, 1990 i 1995.....	76
Quadre 1.12. Les branques productives del sector TIC.....	78
Quadre 1.13. Contribució del sector TIC al creixement econòmic dels EUA. 1991-1999.....	79
Quadre 1.14. Valor afegit brut (VAB) del sector TIC a l'OCDE. 1997.....	80
Quadre 1.15. Ocupats totals i al sector TIC de l'OCDE. 1997.....	81
Quadre 1.16. I+D al sector TIC de l'OCDE. 1997.....	82
Quadre 1.17. Comerç exterior del sector TIC a l'OCDE. 1998.....	83
Quadre 1.18. Els països TIC intensius de l'OCDE. 1997-1998.....	85
Quadre 1.19. Les activitats productives per intensitat de coneixement.....	87
Quadre 1.20. Els factors explicatius de l'acceleració de la productivitat del treball als EUA. 1973-2000.....	92
Quadre 1.21. Inversió en coneixement i FBCF a l'OCDE. 1998.....	93

Quadre 2.1. Determinants del potencial de producció a sis èpoques econòmiques.....	96
Quadre 2.2. Les fonts del creixement del PIB per ocupat als EUA. 1948-1979.....	135
Quadre 2.3. Les fonts del creixement del producte total als EUA. 1948-1979.....	136
Quadre 2.4. Atribucions econòmiques d'alguns béns.....	158
Quadre 3.1. Els indicadors de la producció de coneixement.....	169
Quadre 3.2. La producció de coneixement en funció del coneixement observable per habilitats eficients.....	170
Quadre 3.3. Descomposició del creixement econòmic del sector privat a l'OCDE. 1980-1988.....	178
Quadre 3.4. Contribució de la dependència del capital del sector TIC al creixement del PIB dels països del G7. 1991-1999.....	179
Quadre 3.5. Contribució de la inversió del sector TIC al creixement del PIB. 1980-2000....	180
Quadre 3.6. Contribució del sector TIC i de les activitats intensives en usos TIC al creixement del PIB i de la productivitat del treball d'alguns països. 1990-1999.....	181
Quadre 3.7. Descomposició del creixement del VAB a alguns països de l'àrea de l'euro. 1991-1999.....	182
Quadre 3.8. Els indicadors de mesura de la productivitat agregada.....	188
Quadre 3.9. Un model de descomposició del nivell de productivitat a 23 països de l'OCDE. 1995 i 2000.....	189
Quadre 3.10. Un model de descomposició del creixement de la productivitat a alguns països de l'OCDE. 1995 i 2000.....	190

Llista de figures

Figura 1.1. La llei de Moore. 1970-2010.....	41
Figura 1.2. La llei de Metcalfe (l'evolució d'Internet als EUA). 1992-2000.....	42
Figura 1.3. Evolució recent dels usuaris d'Internet. 1995-2001.....	43
Figura 1.4. Evolució dels preus al consum de les comunicacions als EUA. 1998-2001.....	46
Figura 1.5. Evolució dels preus al consum de les comunicacions a la Unió Europea i al Japó. 1995-2001.....	47
Figura 1.6. Despesa i llicències dels operadors de telefonia fixa a l'OCDE. 2000.....	49
Figura 1.7. Preu de les trucades i nombre de subscriptors del servei de telefonia mòbil cel·lular a alguns països de l'OCDE. 1999.....	52
Figura 1.8. Despesa d'accés a Internet i nombre de hosts per cada 1.000 habitants a alguns països de l'OCDE. 2000.....	53
Figura 1.9. Alguns exemples de mercaderies coneixement observable en funció de la capacitat d'exclusió, les barreres de sortida i la saturació del consum.....	66
Figura 1.10. Un esquema de l'economia i la societat del coneixement.....	75
Figura 1.11. Valor afegit brut als EUA per intensitat de coneixement. 1987-2000.....	90
Figura 2.1. El canvi tècnic i la funció de producció.....	111
Figura 2.2. Una interpretació alternativa de l'efecte del canvi tècnic sobre la funció de producció.....	112
Figura 2.3. La neutralitat del progrés tècnic en el sentit de Hicks.....	117
Figura 2.4. La neutralitat del progrés tècnic en el sentit de Harrod.....	119
Figura 2.5. El diagrama de Solow.....	125
Figura 2.6. La transició cap a l'estat estacionari al model de Solow-Swan.....	127
Figura 2.7. El diagrama de Solow amb presència de progrés tecnològic.....	130
Figura 2.8. Diagrama de fase d'un model de learning-by-doing.....	140
Figura 2.9. El diagrama de Solow amb rendiments creixents.....	145
Figura 2.10. El catch-up (apropament) tecnològic entre el líder i el seguidor.....	157

Figura 3.1. La producció de coneixement amb rendiments creixents..... 168

Figura 3.2. Evolució de la productivitat del treball i de la inversió en equips i software als EUA. 1991-2000..... 174

Preàmbul

“El que distingeix a l'economista científic de la resta de gent que pensa, parla i escriu d'economia és el domini de tècniques que classifiquem sota els tres títols generals d'història, estadística i teoria. Els tres junts constitueixen el que anomenarem anàlisi econòmica.” (Joseph Alois Schumpeter: *Historia del Análisis Económico*, pàgina 47).

Quan un economista es planteja l'abast i el mètode de la ciència econòmica, sovint, per trobar punts de referència en el seu objecte d'estudi, en el meu cas l'elaboració d'aquest treball d'investigació, sorgeixen tot un seguit d'interrogants que fan trontollar la visió que tenim de la nostra disciplina. A les facultats d'economia hem après tot un conjunt de matèries: instrumentals, teòriques i aplicades, que ens han donat una visió de l'estat de l'art de la ciència econòmica. La base del nostre aprenentatge és el *model econòmic*, una representació simplificada de la realitat, que té com a principal característica el seu caràcter acumulatiu, és a dir, que es va complicant a mesura que avancem en els nostres coneixements (un exemple paradigmàtic n'és el model IS-LM). Al meu entendre, aquesta evolució del nostre aprenentatge té, tanmateix, un cost d'oportunitat, que està vinculat amb altres aspectes de la nostra formació com a economistes i que també són molt importants. Dit d'una altra manera, crec oportú assenyalar que una comprensió global dels fets econòmics de la nostra realitat quotidiana necessàriament passa pel domini tant d'aspectes especialitzats del contingut teòric i instrumental com dels elements històrics i institucionals que envolten l'activitat econòmica.

Doncs bé, un dels economistes més importants de la nostra disciplina, Joseph Alois Schumpeter (1954), es va plantejar aquests elements de mètode i abast de la nostra ciència i va arribar a la conclusió que l'anàlisi econòmica tenia tres pilars fonamentals: *la vessant teòrica, la vessant instrumental i la vessant institucional*. Sense un coneixement complet d'aquests tres pilars un economista no es pot afrontar a un problema i extreure'n conclusions adaptables amb garanties d'èxit. M'ha semblat oportú incloure a l'inici d'aquest treball d'investigació aquests elements del nostre mètode científic, ja que una excursió, ni que sigui molt breu, en aquest aspecte esdevé primordial per a la definició d'aquesta tesi doctoral, que pretén convertir-se en un exercici d'anàlisi econòmica.

La preocupació de Schumpeter per l'abast i el mètode científic de l'economia apareix al plantejar-se la ingent tasca d'escriure una història del pensament econòmic. Així, els historiadors de les altres disciplines es troben segurs amb l'objecte i el mètode d'estudi, fet que no succeeix amb el pensament econòmic on no només es posen en dubte els mètodes i els conceptes a analitzar, sinó que en molts casos són objectes d'equívocs. Tot i això, l'autor destaca la importància d'analitzar la corrent històrica del pensament econòmic, com a mínim per tres raons fonamentals: *les avantatges pedagògiques, les noves idees i la comprensió de les diverses maneres de pensament*. Pel que fa a les qüestions pedagògiques i en primer lloc, l'autor emmarca l'avenç de la ciència econòmica fora d'un procés lògic consistent i lineal i veu l'acumulació de coneixement com un procés en *zig-zag*, de manera que els problemes i els resultats del pensament econòmic estan condicionats pel rerafons històric, ateses les seves característiques evolutives. En segon lloc, les noves idees poden sorgir de les lliçons que ens dona la nostra pròpia disciplina – incloses llurs controvèrsies –, fins al punt que podem arribar a comprendre en quin estat es troba la disciplina, perquè i com ha anat

evolucionant. En tercer lloc, la història de la ciència en paraules textuais de Schumpeter “*ens ensenya molt sobre els procediments de l’esperit humà*”. Dit d’una altra manera, de l’observació i de la formulació del procediment científic en podem extreure la seva lògica, i aquesta lògica es deduïble a través de la història de la ciència. Per últim, les pròpies característiques de la disciplina econòmica i la seva evolució –plena d’entrebancs, discòrdies i ignoràncies- fan imprescindible l’anàlisi històrica, atès que els problemes, els mètodes i els resultats de la ciència no es poden entendre del tot sense algun coneixement sobre el procés de raonament dels economistes – presents i passats -.

Una vegada assumida la importància de la història en la ciència econòmica, l’autor es pregunta per la ciència. És l’economia una ciència? La resposta, evidentment, depèn del que entenem per ciència. En primer lloc, es destaca que les definicions de ciència, com la de la física i la de la matemàtica o com la de quelcom mesurable, no incorporen gran part de la disciplina econòmica ni de les ciències socials, de manera que es proposa una definició certament àmplia:

És ciència qualsevol tipus de coneixement que hagi estat objecte d’esforços conscients per a perfeccionar-lo. Aquests esforços produeixen hàbits mentals –mètodes i tècniques- i un domini dels fets descoberts per aquestes tècniques: aquest domini supera al coneixement accessible a partir dels hàbits intel·lectuals i el saber fàctic de la vida quotidiana. Per això, podem adoptar també la definició següent, que equival a la proposta anterior: és ciència qualsevol camp del coneixement que hagi desenvolupat tècniques especials per al descobriment de fets i per a la interpretació de la inferència (anàlisi). Per últim, si volem subratllar aspectes sociològics, podem proposar una definició més, que també s’equival a la pràctica amb les dues anteriors: és ciència qualsevol camp de coneixement en el qual hi hagi persones anomenades investigadors, o científics, o estudiosos, que es dediquen a millorar la dotació de fets i mètodes i que, en el decurs d’aquest procés, aconseguen un domini dels uns i dels altres que els diferencia de l’entès i de les persones que practiquen amb aquest mateix coneixement. Sense dubte es podrien trobar moltes altres definicions no menys satisfactòries. Heus aquí dues més, sense necessitat de comentari addicional: (1) ciència és sentit comú refinat; (2) ciència és coneixement instrumentat”. (Joseph Alois Schumpeter: *Historia del Anàlisis Económico*, pàgina 41).

Com es pot observar aquestes diverses vessants de la definició de ciència, que, a partir de l’aplicació de tècniques i anàlisis específiques, permeten la millora de l’estoc de coneixement d’una disciplina determinada, inclouen *la ciència econòmica*. Tot i això, cal fer un pas endavant més i situar-se en el terreny de la contrastació per delimitar l’extraordinari abast del coneixement instrumentat. Així, en aquest camp es poden escriure dues característiques fonamentals del coneixement científic; aquest coneixement redueix els fets que es proposen als *fets verificables per observació o experiment* a l’hora que redueix l’àmbit dels mètodes admissibles a la *inferència lògica a partir dels fets verificables*. D’aquesta manera, la *ciència econòmica vindrà instrumentada a partir de fets observables i mesurables*. En aquest sentit, la proximitat entre el sentit comú i la ciència econòmica –molt més elevada que a les ciències experimentals- defineix una altra característica del coneixement econòmic: *el pensament econòmic no és només el que els autors han dit o teoritzat sobre els conceptes econòmics, sinó que la seva evolució respon a una complexa interrelació de fets històrics*, que no s’adapta a cap pla determinat, ni lògic acumulatiu. Per últim, la definició proposada de ciència, i en particular, de l’economia, *no té res a veure amb les motivacions que impulsen als científics en relació amb l’avenç de la disciplina*. És a dir, en economia la motivació és totalment independent del focus d’interès, cosa que permet desvincular la ideologia de l’anàlisi econòmica com a tècnica fonamental de la ciència econòmica.

Una vegada aclarits els objectius i l'abast de l'economia com a ciència, el proper pas és preguntar-nos per les característiques que distingeixen a l'economista científic de la resta, fet que entronca amb la pròpia definició de ciència, vista com un coneixement organitzat a partir de fets observables i mesurables. Així, el *domini de tècniques que caracteritzen a l'economista són, a grans trets, la història, l'estadística i la teoria*. Els tres instruments junts defineixen el que anomenem *anàlisi econòmica*, a la qual, més tard, se li va afegir un altre component instrumental, *la sociologia econòmica*. Per ordre d'importància, cosa que als economistes de la meua generació no deixa de sobtar-nos, Schumpeter situa la *Història Econòmica*, bàsicament per tres raons. La primera, i molt important, és que l'economia s'ha d'interpretar en *temps històric*: no es pot entendre cap concepte ni corrent de la disciplina si no es dominen els fets històrics, o com a mínim no es té una certa sensibilitat o experiència històrica. La segona, la història va inevitablement associada a les *institucions*, fet que ens permet observar la relació entre els fets econòmics i els que no ho són i, a més, ens permet explorar les interrelacions entre les diverses ciències socials. La tercera, respon a la percepció de l'autor, que els errors d'interpretació més importants de la disciplina provenen de la manca de coneixement dels elements històrics que expliquen els fets econòmics.

L'altre component de l'instrumental de l'economista és l'*Estadística*, que ens permet "*no només explicar les coses, sinó també saber amb precisió què és el que s'ha d'explicar*". L'aparell estadístic –i per analogia l'econòmic– esdevé una condició necessària –no suficient– en l'instrumental d'anàlisi de l'economista, condició però, prou rellevant, com per deixar-la en mans d'altres disciplines.

Finalment, el tercer camp el constitueix la *Teoria*, que té diverses accepcions, però en el nostre cas l'entendem com a teories hipòtesis-explicatives en el sentit inductiu, és a dir *proporciona la concepció o els instruments que ens permeten obtenir resultats interessants*. La definició de teoria econòmica formulada s'equival a la visió de Joan Robinson: "*la teoria econòmica és una caixa d'eines*". El punt de partida d'aquesta concepció rau en la utilització de la experiència i l'observació del mètode científic. L'estalvi d'esforços i la metodologia generalista en l'aproximació als diversos problemes econòmics fan de la teoria un element imprescindible en l'anàlisi econòmica. Una vegada explicitada la intenció de la teoria econòmica, és el moment d'entrar en el debat de les diferències entre les teories basades en l'observació i les teories que es centren en axiomes provinents de lleis psicològiques (a l'estil d'alguns dels arguments del paradigma keynesià). La percepció final és que, si bé lògicament aquestes darreres trenquen amb la metodologia mesurable del mètode inductiu, sembla necessari afirmar que els economistes estem capacitats per representar, en esquemes ben construïts, sensacions i psicologies dels agents econòmics. Finalment, l'autor tanca aquest apartat amb un repàs a les principals crítiques que ha rebut la teoria econòmica al llarg de la seva història, tenint en compte que l'equilibri entre crítica justificada i injustificada, tot sovint, obeeix a altres qüestions, com el nivell de coneixement dels crítics, les ideologies, el pensament particular i altres. Així, es destaca que durant la seva història la teoria econòmica, sovint, ha quedat per sota de les expectatives d'explicació i de solució de problemes, fet que li ha comportat moltes crítiques. En resum, se l'ha acusat de pretensions d'explicació injustificades. A més, les hostilitats també s'han desfermat per l'abús recurrent a proximitats ideològiques dels principals teòrics de diverses èpoques i corrents: l'associació entre economistes clàssics i el liberalisme econòmic n'és un clar exemple, per no citar les

filiacions de molts economistes actuals que extrapolen els seus judicis de valor sense incorporar-los explícitament als seus raonaments.

Finalment, Schumpeter introdueix un nou instrument a la metodologia d'anàlisi de la ciència econòmica, la sociologia econòmica. La incorporació d'aquest nou instrument d'anàlisi rau en la importància dels factors institucionals que l'autor atribueix a la disciplina sociològica, i encara més, s'encarrega de l'anàlisi del *perquè* del comportament dels agents econòmics, mentre que l'anàlisi econòmica estudia bàsicament el *com* del comportament i els seus efectes econòmics. En paraules textuales: "*l'anàlisi econòmica estudia les qüestions relacionades amb el com es comporta la gent a qualsevol moment i quins són els efectes econòmics que es deriven del seu comportament; la sociologia econòmica tracta la qüestió de com és que la gent es comporta d'aquesta manera*". El desenvolupament de l'instrumental de l'economista desemboca en els diferents noms de l'anàlisi econòmica, el més freqüent de la qual és *l'economia política*.

Per acabar aquesta fase introductòria dels elements característics de la disciplina econòmica, l'autor realitza una brillant descripció de les fases del descobriment científic en economia. Així, delimita la importància de la *visió*, com a esforç preanalític vital per centrar l'objecte d'estudi, i després destaca la importància del diàleg constant entre el *treball factual i el treball teòric*, ja dins de la fase analítica, fins assolir els models científics: *productes conjunts provisionals resultants de la interacció amb els elements que resten de la visió original*, als quals se li aplicaran criteris de consistència i d'adequació. Heus aquí el procediment mitjançant el qual afinem les *proposicions científiques* i fem anàlisi econòmica.

El projecte de tesi doctoral que es presenta a continuació té en compte el mètode i l'abast de l'anàlisi econòmica descrit més amunt. Així, s'utilitzen els tres pilars bàsics de la ciència econòmica: la història, la teoria i l'estadística per aproximar-nos a un fenomen d'actualitat i complex: *la massiva incorporació del coneixement a l'activitat productiva des de la irrupció a l'esfera econòmica de les tecnologies digitals*. Un últim comentari metodològic a destacar. En l'anàlisi dels fets relacionats amb l'aplicació econòmica del coneixement no s'utilitza únicament una aproximació econòmica. De fet, un procés d'innovació tecnològica de les dimensions de l'actual no es pot abordar únicament des de l'economia, encara que el seu objectiu sigui destacar-ne els aspectes més econòmics. Les pròpies característiques del coneixement, que no deixa de ser un procés humà i dinàmic, ens condueixen cap a altres aproximacions disciplinars. Per tant, *l'enfocament metodològic d'aquest treball d'investigació és el de l'anàlisi econòmica, però amb una sensibilitat interdisciplinària*, necessària per abordar les característiques intrínseques del nostre objecte d'estudi.

Introducció

“Fer una tesi significa: (1) localitzar un tema concret; (2) recopilar documents sobre aquest tema; (3) posar ordre a aquests documents; (4) tornar a examinar el tema partint de zero a la llum dels documents recollits; (5) donar una forma orgànica a totes les reflexions precedents; (6) fer-la de manera que qui la llegeixi entengui el que es volia dir i pugui, si així ho desitja, recórrer als mateixos documents per a reconsiderar el tema pel seu compte.” (Umberto Eco: *Cómo se hace una tesis*, pàgina 22).

La irrupció de les tecnologies digitals està transformant profundament l'activitat econòmica. Aquestes tecnologies, que agrupem sota la denominació de *Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC)* i que integren el conjunt convergent de tecnologies de microelectrònica, informàtica, telecomunicacions i optoelectrònica són aplicades massivament a l'esfera econòmica. De fet, la seva incorporació a l'activitat econòmica té diverses manifestacions. En primer lloc, la seva utilització per un ampli conjunt de branques d'activitat. Ja fa uns quants anys que l'activitat productiva compta, entre els seus recursos, amb ordinadors, faxes, línies telefòniques digitals, quadres de comandament electrònics, xarxes de comunicacions i un llarg etcètera d'aplicacions digitals per a la producció. Ara bé, l'aparició i aplicació productiva més recent de nous desenvolupaments tecnològics, entre els quals hi trobem el telèfon mòbil, Internet i el correu electrònic, han generat un *flux acumulatiu, circular i de grans dimensions entre els propis components del procés de digitalització i els seus usos productius*: uns ordinadors més potents interconnectats en xarxa i amb accés a Internet, els telèfons mòbils connectats a la xarxa, una infinitat de xips aplicats als béns de consum, els processos productius i les relacions amb proveïdors i clients on-line i els nous serveis de gestió de la informació en són alguns dels exemples més representatius. A més, i en segon lloc, la transformació no només se centra a l'àmbit de la producció. Molts dels aparells i de les tecnologies esmentades s'han convertit en béns de consum massiu, amb una demanda clarament incentivadora de la producció i un procés de mundialització econòmica que transformen la concepció tradicional del mercat, entès com l'espai físic on es troben l'oferta i la demanda. Avui dia, moltes transaccions econòmiques –i, sobretot, les financeres– no es realitzen ni en un espai físic ni amb la coincidència de l'oferta i la demanda en el temps: *el mercat és la xarxa*. De fet, a l'actualitat les tecnologies digitals ens permeten, entre moltes altres coses, comprar, invertir i fer transaccions bancàries, teletreballar, reservar les vacances i els bitllets d'avió, relacionar-nos amb l'administració, formar-nos, informar-nos i, fins i tot, lligar. En resum, podem afirmar que *les tecnologies del processament de la informació i la comunicació s'han constituït en la base d'una revolució tecnològica de gran abast i calat, que incideixen, d'una manera o altre, en totes les facetes de l'activitat humana*. Sembla, doncs, que les TIC han agafat molta rellevància i s'han constituït en el nucli d'un procés de transformació econòmica, amb l'aparició d'un nou sector productiu, que estén els seus efectes sinèrgics cap a la resta de branques d'activitat. Precisament, aquesta orientació cap el procés és la que ens permet aproximar-nos metodològicament al concepte de revolució industrial.

Són les TIC la base material de la tercera revolució industrial?. Els principals historiadors de la tecnologia, entre ells Kranzberg i Pursell (1967), Kranzberg (1985) i Mokyr (1990), ens ajuden a contestar aquesta pregunta. Una revolució industrial està integrada per un *conjunt de canvis tècnics fonamentals per a la producció i la distribució interconnectats amb un conjunt de canvis socials i culturals de primera magnitud*. A tall d'exemple, durant la primera revolució industrial l'ús de nous materials bàsics, com el ferro i el cotó, l'aparició de les noves fonts d'energia i de la màquina de vapor i alguns invents mecànics, com la

màquina de filatura i les millores del transport, van suposar un canvi radical en els esquemes tradicionals de producció, amb una nova organització del treball: el sistema fabril, que es basava en la divisió del treball i l'especialització per funcions. Aquest ampli ventall de canvis tècnics i productius es van interconnectar amb un conjunt de transformacions socials i culturals de primera magnitud: el declivi de la terra, en detriment de la producció industrial, com a factor productiu creador de riquesa, els canvis polítics derivats dels nous esquemes del poder econòmic, amb noves polítiques estatals vinculades amb la necessitat d'integració dels mercats nacionals i, finalment, uns importants canvis demogràfics i socials, amb el creixement massiu de les ciutats, l'aparició d'una nova classe social: el proletariat industrial urbà i d'un moviment: el sindical i l'emergència de nous patrons d'autoritat a la família i al treball. Han generat les TIC uns canvis tècnics, productius, socials i culturals d'aquesta magnitud?. Hi ha un cert consens interdisciplinari a l'àmbit de les ciències socials¹, cosa que, fins i tot, inclou alguns economistes, en relació amb el fet que *durant la darrera part del segle XX s'han assentat les bases d'un nou tipus de societat*, que anomenem la societat de la informació i el coneixement i que té *la seva base material en una revolució tecnològica liderada per les TIC*.

Amb tot, aquesta tercera revolució industrial, basada amb les tecnologies digitals, té un element nou, que encara no hem esmentat. Es tracta, com assenyala el professor Castells (1996; 2000) "*de l'aplicació de nous coneixements i informacions sobre aparells de generació de coneixement i processament de la informació/comunicació*". Dit d'una altra manera, la utilització del coneixement científic com a fonament dels nous desenvolupaments tecnològics aplicats a la producció no és un fenomen nou. La base tecnològica de la segona revolució industrial; això és l'electricitat, el motor de combustió interna i les millores de les comunicacions (telègraf i telèfon), està estretament vinculada amb l'aplicació productiva del coneixement científic. Ara bé, a l'actualitat *l'aplicació econòmica del coneixement s'utilitza més que mai en la generació del propi coneixement*. Una comparació. A la segona revolució industrial el coneixement científic va descobrir el motor de combustió interna que, poc a poc, es va convertir en una tecnologia clau de l'esquema productiu. En aquest cas, el coneixement actua sobre una tecnologia, que aplicada als processos productius, genera un canvi radical a l'activitat econòmica. En el cas de les TIC, tenim unes tecnologies que, com sempre, es fonamenten en l'aplicació econòmica del coneixement. Ara bé, i això és novetat, la incidència d'aquest coneixement no és limitada a la tecnologia, ja que les TIC també incideixen en la generació del propi coneixement. Dit d'una altra manera, les TIC són unes tecnologies que es basen en l'aplicació econòmica del coneixement i que, a més, són "*uns amplificadors i prolongacions de la ment humana*". Els ordinadors, el software, els nous equips i sistemes de comunicació i, en general, totes les tecnologies digitals milloren, amplifiquen i, fins i tot en alguns casos, substitueixen, la ment humana. Estem davant, doncs, *d'unes tecnologies, que utilitzen el coneixement com a input i que contribueixen directament a la generació del coneixement com a output*. Utilitzant una visió àmplia de la tecnologia (vegeu, McClellan i Dorn, 1999), segons la qual aquesta representa el domini de l'home sobre la natura, les TIC *no només incideixen sobre la capacitat de reproducció i control de l'entorn*, sinó que, més que mai, *disposem d'unes tecnologies que actuen directament en el domini de l'home sobre si*

1. Vegeu, entre altres, Kranzberg (1985), Mokyr (1990), David (1990; 2000), Freeman i Pérez (1988), Castells (1996; 2000; 2001), Crafts (2000a), Casson i Dudley (2000), Norton (2001), De Long (2001) i Atkeson i Kehoe (2001).

mateix, més ben dit, sobre el seu coneixement. Quina és la conclusió més important que hem d'extreure d'aquesta característica intrínseca de les TIC?. Sembla evident que, si el que volem és abordar els aspectes econòmics d'aquesta revolució tecnològica, *ens hem de centrar en el coneixement.* Per dues raons. Primera, perquè les TIC com a tecnologies són coneixement. Igual que les tecnologies aplicades a l'activitat econòmica derivades de la màquina de vapor o del motor de combustió interna, les TIC són "*un fons social de coneixement per a fer coses d'una manera reproducible*"². En altres paraules, les TIC incorporen un conjunt de coneixements o *saber*, una aplicabilitat d'aquest coneixement a les activitats humanes o *saber fer* i una finalitat utilitària, que condueix a obtenir resultats o *saber fer coses útils*. Per tant, les TIC "*són coneixement aplicat a l'activitat econòmica*". I segona, perquè les TIC incideixen directament en la creació de coneixement. Però, no avancem esdeveniments i continuem amb el nostre argumentari. Aquest breu repàs interdisciplinari a les característiques i l'evolució de les TIC ens ha servit per veure que aquestes tecnologies obren les portes d'un nou tipus de societat.

Què en diu l'anàlisi econòmica de tot això?. Per a contestar aquesta pregunta hem d'introduir un concepte important: el *paradigma tecnoeconòmic*, entès com "*un conjunt d'interrelacions entre productes i processos, tècniques, organització i esquemes directius, que suposen un salt quantitatiu en el potencial de productivitat del conjunt de l'economia i que obre un conjunt de noves oportunitats d'inversió i de beneficis*". Aquesta definició, desenvolupada a la dècada dels vuitanta per un conjunt d'economistes (Dosi, Freeman, Pérez, Nelson, Silverberg i Soete, entre altres), i que beu directament del treball seminal de Khun (1962), així com de la visió clàssica del pensament sobre el canvi tècnic, vincula aquests canvis tecnològics de gran abast amb l'evolució dels cicles econòmics de llarga durada. Segons aquesta visió evolutiva dels processos d'innovació tecnològica, *a finals del segle XX hem assistit a un canvi de paradigma tecnoeconòmic (l'era digital) caracteritzat per una base material basada en inputs barats d'informació*. La demostració empírica d'aquest fenomen s'ha de basar en tres elements. Genèricament:

- Primer, *l'existència d'un nou esquema productiu*. O sigui, la incorporació d'un nou factor productiu, determinant de les millores d'eficiència econòmica, a l'activitat de producció. Aquest input bàsic per als augments de productivitat i competitivitat genera no només l'aparició de noves activitats econòmiques, sinó que esten les seves mercaderies cap a la resta de branques d'activitat.
- Segon, *un nou esquema en la producció de coneixement*. Això és, l'aparició de noves tendències en el fons social de coneixement de tot tipus aplicat a l'activitat econòmica. O sigui, un conjunt de noves aplicacions tecnològiques a l'activitat econòmica.
- I, tercer, *nous patrons de despesa*, que des de la demanda impulsin la producció de les noves branques d'activitat.

Tanmateix, encara no s'ha evidenciat empíricament, i des de l'anàlisi econòmica, que el conjunt convergent de les tecnologies de la informació i la comunicació assenti la base material d'un canvi de paradigma tecnoeconòmic. Seguint les especificacions genèriques, esmentades més amunt, la manifestació d'un canvi de paradigma tecnoeconòmic fonamentat

2. Vegeu, Schmookler (1966), Mansfield (1968), Jones (1975) i Benavides (1998).

en les TIC inclouria:

- Primer, l'existència d'un nou esquema productiu. O sigui, *la manifestació del coneixement com a factor productiu determinant dels augments de productivitat*. Aquest nou recurs, fonamental a l'activitat econòmica, generaria l'aparició d'un nou sector productiu i estendria un ampli ventall d'efectes sinèrgics cap a la resta de d'activitats econòmiques.
- Segon, un nou esquema en la producció de coneixement. Això és, *l'aplicació massiva a l'activitat econòmica del coneixement vinculat amb les TIC*.
- I, tercer, nous patrons de despesa. Això és, *un canvi en la demanda de l'economia orientat cap a la despesa dels béns i serveis intensius en coneixement*.

Així doncs, aquesta tesi doctoral vol demostrar la següent hipòtesi principal:

Hipòtesi principal

“L'aplicació econòmica de les TIC ha obert les portes a un canvi de paradigma tecnoeconòmic, que anomenem economia del coneixement i que té en el coneixement el recurs productiu determinant dels avenços de la productivitat i, per tant, del creixement econòmic”.

Amb aquest objectiu general d'anàlisi, a continuació disseccionarem aquesta hipòtesi principal en les hipòtesis rellevants i parcials que ens conduiran a demostrar la idea fonamental d'aquesta tesi doctoral. Abans, però, hem d'esmentar un parell de qüestions de l'enfocament metodològic.

Primera, ja hem comentat al preàmbul que l'enfocament metodològic d'aquest treball de recerca és el de l'anàlisi econòmica, amb una necessària sensibilitat interdisciplinària. Arribats a aquest punt, és el moment, seguint el treball de Rosenberg (1976), d'introduir la concepció que, des de l'anàlisi econòmica, farem d'aquests desenvolupaments tecnològics. L'aproximació a l'objecte d'estudi serà *dinàmica, específica i relacional*. Dinàmica, perquè l'anàlisi històrica ens ha ensenyat que el canvi tecnològic abraça un conjunt complex i ampli de les activitats humanes i, no només això, els desenvolupaments tecnològics coexisteixen en el temps. De fet, a l'actualitat les TIC coexisteixen amb altres tecnologies pròpies de les societats industrials o agràries. Específica, perquè els desenvolupaments tecnològics no són homogenis ni afecten per igual a l'activitat econòmica, de manera que es fa necessari una anàlisi detallada de l'evolució tècnica i productiva de les tecnologies (que no de la tecnologia) a estudiar. I, relacional, perquè els efectes del progrés tecnològic no es poden analitzar amb independència del context en el qual apareixen i es desenvolupen. En síntesi, es proposa *una visió àmplia del coneixement*, que trenca amb la concepció tradicional de l'anàlisi econòmica, basada amb la identificació de les formes més pures d'aquest input, i *s'aborda la incorporació d'aquest recurs a l'activitat productiva tenint en compte totes les formes del coneixement que incideixen en l'esfera econòmica*.

Segona, l'enfocament metodològic que es proposa en aquest treball d'investigació, igual que en l'estudi de la resta de revolucions tecnològiques, és un enfocament *de dins cap a fora*

o *del nucli cap a la perifèria*. És a dir, si efectivament, tal i com assenyalen les aproximacions històrico-tecnològiques i també les sociològiques, les TIC són el nucli d'un conjunt de transformacions que ens permeten albirar un nou tipus de societat és lògic que iniciem el nostre treball d'investigació amb l'anàlisi econòmica d'aquestes tecnologies, per estendre-la, més endavant, cap al conjunt d'implícacions sobre l'activitat econòmica. Així doncs, arribats a aquest punt ens plantejarem la pregunta següent: *quines són les característiques productives i les propietats econòmiques de les TIC?*

Una vegada desenvolupades aquestes característiques, el següent estadi de la nostra investigació, seguint la planificació des del nucli cap a la perifèria, és precisament l'anàlisi dels béns i serveis resultants de l'aplicació intensiva d'aquestes tecnologies a l'activitat econòmica. En altres paraules, podem identificar les característiques relatives a la incorporació d'aquest coneixement a l'activitat econòmica?. Si podem, quines són?. I, si les hem identificat, podem acabar definint què és l'economia del coneixement?. De fet, aquestes preguntes ens condueixen al plantejament de la primera de les hipòtesis parcials d'aquesta tesi doctoral:

Hipòtesi parcial 1

"L'aplicació econòmica de les TIC defineix una economia basada en el coneixement".

Per demostrar aquesta hipòtesi hem d'avançar pas a pas. Un primer estadi és veure *què entenem per coneixement?*. La visió epistemològica del terme (Terricabres i altres, 1998; 2001) ens aportarà la definició que necessitem. El coneixement és: *"un procés humà i dinàmic que consisteix en justificar adequadament una creença"*. De fet, l'acte de conèixer és una acció exclusivament humana, que es fa amb la interacció d'individus, grups, màquines, organitzacions i societats. Per tant, les màquines, els ordinadors o les xarxes telemàtiques no coneixen. Aquest fet, la dimensió humana i social del coneixement, ens permet plantejar l'acte de conèixer com una activitat econòmica, més ben dit, com una activitat productiva. Conceptualment, doncs, podem plantejar-nos el fet econòmic de la producció de coneixement. De la mateixa manera que ens plantegem la intervenció humana en la producció de qualsevol tipus de bé o servei, també ens podem plantejar la intervenció humana en la producció de coneixement. Ara bé, aquesta producció és quelcom particular, entre altres coses perquè utilitza com a recurs diverses manifestacions del propi coneixement o perquè els resultats d'aquesta producció no són coses tangibles, materials o directament mesurables.

Una vegada explicitada conceptualment la possibilitat econòmica de produir coneixement, ens podem plantejar la incorporació de l'acte de conèixer a l'esfera econòmica. Igual que amb qualsevol tipus d'element econòmic, aquesta incorporació té dues vessants, *la concepció del coneixement com a recurs i la concepció del coneixement com a mercaderia*. Lundvall i Johnson (1994) i Foray i Lundvall (1996) identifiquen els quatre tipus de sabers que l'activitat econòmica incorpora com a recurs: *el saber-què, el saber-perquè, el saber-com i el saber-qui*. A més, es poden agrupar, seguint la concepció de Polanyi (1958; 1978) aplicada a l'economia, entre altres per Nonaka (1991) i David (1993), a partir de la seva facilitat de

reproducció. És a dir, la facilitat per a ésser processats, transmesos i emmagatzemats o, dit d'una altra manera, per la facilitat d'ésser digitalitzats. Aquesta agrupació ens porta a la distinció entre el *coneixement observable*: “aquell què és fàcilment reproduïble” i el *coneixement tàcit*: “aquell que presenta més dificultats de reproducció, ja que està associat al factor treball i incorpora elements del tipus habilitats, experiència i capacitats difícils d'especificar”.

Si aturéssim la nostra investigació amb la incorporació del coneixement com a recurs econòmic no presentariem una descripció fidel de la realitat. En efecte, a l'actualitat el coneixement no només és un recurs per a l'activitat productiva, sinó que la vida quotidiana acumula gran quantitat de transaccions de mercaderies (béns i serveis) coneixement. Tots els béns i serveis que es puguin digitalitzar a més o menys intensitat: llibres, bases de dades, revistes, pel·lícules, música, índexs borsaris, pàgines web, resultats d'una investigació, informació de tot tipus, els mercats de head-hunters, les borses de treball per Internet, les xarxes d'investigadors i un llarg etcètera són exemples de mercaderies coneixement. Seguint la distinció en funció de la seva facilitat de reproducció podem identificar dues grans tipologies de mercaderies coneixement: *les mercaderies coneixement observable* i *les mercaderies coneixement tàcit*. La identificació de les seves propietats econòmiques ens permetrà avançar un pas més en la nostra investigació.

Una vegada subratlades les funcions i les tipologies del coneixement com a recurs i com a mercaderia de progressiva importància econòmica és el moment de tornar reprendre una part de la nostra hipòtesi principal. Hem vist com un dels requeriments per la demostració empírica de l'existència d'un nou paradigma tecnoeconòmic és l'assoliment d'un nou esquema en la funció de producció de coneixement. Precisament, aquesta és la segona de les hipòtesis parcials d'aquesta tesi doctoral:

Hipòtesi parcial 2

“La massiva incorporació de les TIC a l'activitat econòmica defineix un nou esquema en la producció de coneixement”.

Per a demostrar aquesta hipòtesi, la nostra eina seran els models de creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica. En concret, revisarem les dues grans famílies de models econòmics que han analitzat la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica. La primera família de models veu la manifestació del saber com un resultat normal de l'activitat econòmica, derivada de l'experiència dels agents econòmics (*els models de learning-by-doing*). Dit d'una altra manera, la presència de progrés tecnològic (acumulació de coneixement) apareix com el resultat gairebé accidental d'altres activitats econòmiques. La segona família de models (*capital humà*) es caracteritza pel fet que els augments de productivitat són el resultat de la inversió intencionada dels individus i de les empreses en formació i investigació i, per tant, la generació de coneixement és un procés costós. Tot i això, s'ha arribat a un cert consens en relació amb el fet que la producció de coneixement és quelcom singular i que trenca amb alguns dels supòsits de la teoria econòmica convencional, en especial dos: l'aparició de rendiments creixents i la consideració del coneixement com a mercaderia amb característiques de bé públic, amb importants externalitats. De fet,

plantejarem un model que tindrà en compte les singularitats de la producció de coneixement i que, a més, recollirà les interaccions, que amb la irrupció de les TIC³, s'han desenvolupat entre les mercaderies coneixement observable i les mercaderies coneixement tàcit.

Amb la identificació del coneixement com a recurs i com a mercaderia i el plantejament de la seva funció de producció ja estem en disposició d'abordar, seguint la metodologia del nucli cap la perifèria, què entenem per economia del coneixement?. En aquest punt, és important subratllar que per al nostre propòsit agafem una concepció àmplia del coneixement. Coneixement no només és el coneixement científic i la tecnologia, sinó que coneixement també és el coneixement tècnic o les capacitats, fàcilment transmissibles o no, dels agents econòmics. Perquè, precisament ara, plantejem la noció de l'economia del coneixement, quan aquest recurs s'ha utilitzat sempre a l'activitat econòmica?. La resposta a aquesta pregunta està directament vinculada amb la consolidació dels nous desenvolupaments tecnològics digitals, que utilitzen el coneixement per incidir en la capacitat de l'home per a generar coneixement. Aquesta incorporació massiva del coneixement a l'activitat econòmica ha transformat profundament les relacions macroeconòmiques bàsiques, fins al punt que defineixen una *nova economia basada en el coneixement*, que augmenta la tendència del creixement econòmic, transforma el cicle i canvia les fonts de l'avenç tendencial de la productivitat⁴.

Quines són les mètriques existents d'aquest important procés de transformació econòmica?. El Departament de Comerç dels EUA (1998; 2000) i l'OCDE (2000c) identifiquen les branques productives del sector TIC i en determinen la seva participació sobre el conjunt de l'activitat econòmica per alguns països. Ara bé, hem vist com l'economia del coneixement és quelcom més que el sector TIC. De fet, la massiva incorporació del coneixement a l'activitat econòmica ultrapassa el nucli d'aquest notable procés de transformació. La desenvolupada estadística dels EUA ens permetrà, a través de l'estratificació de les branques productives d'aquell país, calcular la contribució al creixement econòmic de les activitats intensives en coneixement. Tot i això, aquest treball d'investigació vol estudiar la contribució del coneixement a l'activitat productiva d'un ampli pannel de països. Per aquest motiu, aquesta tesi doctoral planteja també una tercera hipòtesi parcial:

Hipòtesi parcial 3

“El coneixement és un factor productiu determinant del nivell i del creixement de la productivitat i, en conseqüència, del creixement econòmic”.

Per a demostrar aquesta hipòtesi, i igual que hem fet amb la parametrització de la funció de producció de coneixement, revisarem l'evidència teòrica i empírica existent relativa als models de creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica. La teoria econòmica del creixement fa anys que estudia l'impacte de la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica a través del progrés tecnològic. Els models d'origen neoclàssic o models de

3. Vegeu, com a il·lustració d'aquestes relacions, Nonaka (1991), Hatchuel i Weil (1995), Lundvall i Borràs (1997), Foray i Lundvall (1998), DTI (1998), Nonaka i Byosiere (2000) i Antonelli, Geuna i Steinmueller (2000).

4. Vegeu, entre altres, Castells (1996; 2000), Weinstein (1997), Greenspan (1998; 1999; 2000a; 2000b; 2001), Departament de Comerç dels EUA (1998; 1999; 2000), Stiroh (1999), OCDE (2000b), De Masi (2000), Landefeld i Fraumeni (2001), FMI (2001) i Artus (2001).

creixement econòmic exogen, com els de Solow-Swan (1956; 1957), utilitzen “*la comptabilitat del creixement*”, per explicar el creixement econòmic a llarg termini. De fet, contrasten empíricament una mitjana ponderada del creixement dels factors productius com, per exemple, una funció de producció Cobb-Douglas. Aquesta especificació suposa afirmar que hi ha una funció global de producció i que els rendiments són constants a escala, que s’aplica el principi de la minimització dels costos i que hi ha competència perfecte en els mercats de béns i de factors. Tanmateix, l’augment dels factors productius no és suficient per explicar l’increment de la producció, ja que vora un 50% del creixement del producte resta inexplicat. Aquest percentatge de la producció no explicat és el que s’anomena el “*residu de Solow o paradoxa de la productivitat*” i que, normalment, s’ha imputat al progrés tècnic immaterial (el no incorporat als productes i que reflecteix les noves idees o les innovacions), amb la denominació de productivitat total dels factors (PTF). En aquest sentit, cal destacar que la PTF és revela com un factor explicatiu clau a l’hora de determinar el creixement econòmic generat. O, dit d’una altra manera, el progrés tècnic és l’element explicatiu fonamental del creixement econòmic, cosa que equival a dir, que els economistes no sabem què explica el creixement econòmic, ja que el seu fonament bàsic té un caràcter residual en l’especificació teòrica contrastada.

Amb tot, el fet de considerar el creixement de la productivitat com un procés econòmic endogen permet situar la paradoxa de la productivitat en una nova perspectiva. Com que els models de comptabilització del creixement no explicaven satisfactòriament el paper de la tecnologia en el creixement econòmic, ja que en el residu de Solow s’integren molts altres elements explicatius, que no són pròpiament la innovació tecnològica, a partir de la dècada dels vuitanta va sorgir una nova manera d’interpretar el progrés tecnològic. Atès que els models neoclàssics tenen la hipòtesi implícita que la tecnologia ve determinada per l’estat del coneixement tècnic i el seu progrés i que, a més, aquests dos elements no presenten vinculacions econòmiques, les noves teories del creixement consideren la tecnologia com un factor endogen i no exogen de creixement. Dit d’una altra manera, es suggereix que l’exploració comercial dels descobriments científics, la ràpida transmissió del coneixement i la seva vinculació amb l’estoc de capital físic i humà, que determinen una contribució potencial al creixement econòmic, requereixen més atenció.

Així, els primers models de la *teoria del creixement econòmic endogen* responen a la idea que els esforços en recerca de les empreses (Romer; 1986) o les inversions en capital humà (Lucas; 1988) tenen un efecte positiu sobre la productivitat del capital, encara que aquest factor no presenti acumulació. Els models posteriors (Romer; 1990 i Grossman i Helpman; 1991) incorporen explícitament la hipòtesi que la innovació és el motor del creixement econòmic. En resum, per la teoria moderna del creixement hi ha tres factors explicatius de l’augment de la productivitat i, en conseqüència, a través de la inversió, del creixement econòmic a llarg termini: l’acumulació de capital físic, l’acumulació de capital humà i el progrés tecnològic. A més, l’avenç tecnològic és endogen: depèn del rendiment (és a dir, del tamany del mercat i de la seva productivitat) i del cost de la innovació (és a dir, de la funció de cost del capital humà). Amb tot el bagatge de les teories modernes sobre el creixement

econòmic i tenint en compte els recents estudis empírics⁵ es presentarà un model econòmic que, per un ampli conjunt de països, contrastarà la contribució de la inversió en coneixement en l'avenç de la productivitat. L'objectiu és veure si aquest recurs i mercaderia, que es manifesta massivament a l'activitat econòmica amb la irrupció de les TIC, és el fonament del nivell i del creixement de la productivitat i, per tant, del creixement econòmic.

En síntesi, aquest model empíric, juntament amb la parametrització d'un nou esquema en la funció de producció de coneixement i l'existència d'una economia del coneixement, ens ha de permetre contrastar la hipòtesi principal d'aquest projecte de tesi doctoral segons la qual *l'aplicació econòmica de les TIC ha obert les portes a un canvi de paradigma tecnoeconòmic (l'economia del coneixement), que té en el coneixement el recurs productiu determinant dels avenços de la productivitat i, per tant, del creixement econòmic*⁶.

L'acotació temporal i espacial d'aquests models és la següent. Pel que fa al temps, i coincidint amb la progressiva aplicació econòmica de les TIC, s'han considerat alguns períodes de les darreres dues dècades del segle XX. Pel que fa a l'espai, l'aproximació efectuada és per països. De fet, s'han analitzat un conjunt ampli de països de l'OCDE. Més concretament, pel que fa al model de la producció de coneixement s'han analitzat els països de la Unió Europea (amb l'excepció de Grècia i Luxemburg), Noruega, els EUA i Japó en el període 1991-2000. Pel que fa al model, relatiu a la incorporació del coneixement com a element determinant de l'explicació del nivell i del creixement de la productivitat s'han analitzat els 23 països que el 1995 eren membres de l'OCDE i pels anys 1995 i 2000 (el model en nivells) i 1980-2000 (el model en diferències). Tot i les limitacions d'aquesta aproximació macroeconòmica, sobretot pel que fa a les dificultats per trobar indicadors comparables, sèries temporals homogènies i a les restriccions imposades pels models aplicats, s'ha considerat oportú avançar en aquesta línia de la investigació empírica, ja que una aproximació a la contribució del coneixement sobre l'activitat productiva esdevé necessària per interpretar les transformacions econòmiques actuals. Amb tot, ja podem avançar que aquesta línia d'investigació s'hauria de complementar amb l'obtenció i l'estudi de dades primàries ad-hoc, que superessin les limitacions que l'estadística oficial té en la dotació d'informació econòmica rellevant en el camp de la societat de la informació i el coneixement.

Amb aquest objectiu d'anàlisi hem dividit aquest treball d'investigació en els següents apartats. Després d'aquesta breu introducció, al primer capítol: "*l'economia del coneixement: definició i dinàmica*", analitzarem alguns aspectes metodològics relacionats amb les aproximacions a les revolucions tecnològiques, per endinsar-nos més endavant en l'estudi de

5. Vegeu, Gordon (1999; 2000), Jorgenson i Stiroh (1999; 2000; 2001), Oliner i Sichel (2000), Whelan (2000), Council of Economic Advisers (2001), Stiroh (2001), Baily i Lawrence (2001), Nordhaus (2001) i Departament de Treball dels EUA (2002) per als EUA i Schreyer (2000), Scarpetta, Bassanini, Pilat i Schreyer (2001), Colecchia i Schreyer (2001), Colecchia (2001), Daveri (2001), Roeger (2001), Pilat i Lee (2001), Van Ark (2001) i BCE (2001) per a d'altres economies.

6. Els estudis empírics sectorials o al nivell d'empresa ja fa temps que evidencien el fet que la irrupció de les TIC ha alterat profundament l'activitat empresarial. Vegeu, Brynjolfsson (1996), Bresnahan, Brynjolfsson i Hitt (1999), Brynjolfsson i Kahin (2000), Brynjolfsson i Hitt (2000a; 2000b) i Yang i Brynjolfsson (2001), així com els resultats empírics del programa de productivitat del Departament de Treball dels EUA (<http://stats.bls.gov/mfp/home.htm>) i del NBER (<http://www.nber.org>).

les tecnologies de la informació i la comunicació, fent especial èmfasi en el procés de digitalització i en una de les principals manifestacions econòmiques d'aquest procés: la davallada de preus dels equips informàtics i dels serveis de comunicacions, la seva relació amb les estructures de mercat i la seva repercussió sobre el conjunt de preus al consum. Una vegada detallats aquests aspectes ja estem en disposició d'abordar, des d'un punt de vista conceptual la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica. Per a fer-ho, en un segon apartat veurem les concepcions del coneixement com a recurs i com a mercaderia, cosa que ens permetrà presentar una definició de l'economia del coneixement, que contrastarem amb les concepcions, que des del punt de vista agregat, s'han desenvolupat del terme nova economia. Més endavant, analitzarem els resultats empírics del nucli de l'economia del coneixement, per, en un següent apartat, veure com el coneixement s'ha incorporat progressivament a l'activitat econòmica, i en concret, com s'ha configurat en un dels elements determinats del creixement econòmic de l'economia dels EUA.

Al segon capítol d'aquest projecte d'investigació: "*el pensament econòmic sobre el progrés tecnològic*" analitzarem què és el que ha teoritzat i evidenciat la ciència econòmica en relació amb el creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica. En un primer apartat, veurem l'important substrat que ens ha quedat del pensament clàssic respecte el paper que juga el canvi tècnic en la dinàmica del desenvolupament capitalista. I, posteriorment, s'analitzarà quina és la representació i la classificació que fa la teoria econòmica del progrés tecnològic, per als dos apartats següents, endinsar-nos en les dues grans visions del creixement econòmic: l'exògena, amb especial èmfasi al model de Solow-Swan i als exercicis de comptabilitat del creixement i l'endògena, amb especial èmfasi als models de learning-by-doing, d'externalitats i rendiments creixents, del capital humà i l'economia de les idees.

Amb el bagatge conceptual desenvolupat al primer i al segon capítols, al tercer capítol: "*la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica*" presentarem un model empíric internacional, que, partint de la base de les teories sobre el creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica, evidenciarà l'increment durant la dècada dels noranta de la dotació de coneixement a les economies analitzades. Posteriorment, i una vegada parametrizat aquest nou esquema en la producció de coneixement, es passarà revista al conjunt de models empírics existents que analitzen la contribució de les tecnologies digitals a l'avenç del creixement econòmic i de la productivitat. Al darrer apartat d'aquest capítol es presentarà un model econòmic i el seu contrast empíric que evidenciarà, per un ampli conjunt de països de l'OCDE, la important contribució que ha tingut una manifestació econòmica del coneixement en l'explicació del creixement de la productivitat a la darrera part del segle XX. Finalment, presentarem unes conclusions i la bibliografia utilitzada, així com un annex, que recullen les classificacions d'activitats emprades, els desenvolupaments matemàtics, així com les dades utilitzades als models i un ampli annex estadístic.

1. L'economia del coneixement: definició i dinàmica

‘Cap el final del segon mil·lenni de l’era cristiana, diversos esdeveniments de transcendència històrica han transformat el paisatge social de la vida humana. Una revolució tecnològica, centrada al voltant de les tecnologies de la informació, està modificant la base material de la societat a un ritme accelerat. Les economies de tot el món s’han fet interdependents a escala global, introduint una nova forma de relació entre economia, estat i societat en un sistema de geometria variable’. (Manuel Castells (2000). *La era de la informació, volum 1: La sociedad red*, pàg. 28).

A partir de la segona meitat de la dècada dels noranta les economies desenvolupades s’han caracteritzat per la progressiva implantació de les *Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC)* sobre el conjunt de les activitats econòmiques, tant de producció com d’inversió i consum. Un fornit ventall d’innovacions de procés i de producte en matèria informàtica i de telecomunicacions ha generat l’aparició de noves activitats productives que, conjuntament amb la transformació d’algunes de les activitats tradicionals, han configurat un panorama econòmic, que s’allunya progressivament de les estructures manufactureres i de serveis. De fet, les noves activitats productives vinculades amb les tecnologies digitals estan superant el seu propi desenvolupament tecnològic i, a l’actualitat, el conjunt de béns i serveis resultants de la seva producció no només són emprats com a recurs per un nombre creixent de branques productives sinó que es constitueixen també com a mercaderies subjecte de transacció econòmica. D’aquesta manera, s’està construint un ampli entramat de relacions sinèrgiques entre aquests nous béns i serveis i la resta d’activitats econòmiques, que té com a principal element visible la incorporació del coneixement a l’esfera econòmica. Precisament, la progressiva incorporació del coneixement a l’activitat econòmica és el que analitzarem en aquest capítol. Per a fer-ho, i seguint l’aproximació del professor Castells (1996; 2000) així com la dels principals historiadors de la tecnologia, entre ells Kranzberg (1985) i Mokyr (1990), utilitzarem un enfocament *de nucli cap la perifèria*¹. És a dir, veurem com els nous desenvolupaments tecnològics han agafat tanta rellevància econòmica que han donat lloc a un nou sector productiu. I, no només això, els béns i serveis resultants d’aquest sector productiu s’han constituït en un recurs i una mercaderia de progressiva importància econòmica. Amb aquest objectiu d’anàlisi hem dividit el capítol en tres apartats. En el primer estudiarem les tecnologies de la informació i la comunicació. Després d’una breu descripció d’alguns aspectes metodològics importants per abordar, des de l’anàlisi econòmica, una innovació tecnològica d’aquesta magnitud, analitzarem amb detall alguns aspectes tecnològics i econòmics del procés de digitalització, fent especial èmfasi en una de les principals manifestacions econòmiques d’aquest procés: la davallada de preus. En el segon, i una vegada detallats aquests aspectes, abordarem, des d’un punt de vista conceptual la incorporació del coneixement a l’activitat econòmica. Per a fer-ho, analitzarem la visió del coneixement com a recurs i com a mercaderia, cosa que ens permetrà presentar una definició *d’economia del coneixement*, que contrastarem amb les concepcions, que des del punt de vista agregat, s’han desenvolupat del terme *nova economia*. Per últim, en el tercer i com no podia ser d’una altra manera, analitzarem l’evidència empírica existent dels conceptes desenvolupats més amunt. Igual que amb l’enfocament general del capítol, en primer lloc estudiarem els resultats numèrics del nucli de l’economia del coneixement, per, en un segon apartat, veure com el coneixement s’ha incorporat progressivament a l’activitat econòmica, i en concret, com s’ha configurat en un dels elements determinats del creixement econòmic i de la productivitat a l’actualitat.

1. De fet, igual que amb l’anàlisi de les revolucions industrials, veurem com nous desenvolupaments tecnològics són el nucli d’un procés de transformació econòmica.

1.1. Les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)

‘Al començament un nou candidat a paradigma pot tenir pocs partidaris i, a vegades, els motius d’aquests partidaris poden resultar sospitosos. Tot i això, si són competents, el milloraran, explotaran les seves possibilitats i mostraran el que seria pertànyer a la comunitat guiada per ell. Al continuar aquest procés, si el paradigma està destinat a guanyar la batalla, el nombre i la força dels arguments de persuasió al seu favor augmentaran. Aleshores, més científics es convertiran i continuarà l’exploració del nou paradigma. Gradualment, el nombre d’experiments, instruments, articles i llibres basats en el paradigma es multiplicarà. Més homes, convençuts de la utilitat d’aquesta nova visió, adoptaran el nou mètode per a practicar la ciència normal, fins que, finalment, només n’hi hagi uns quants que continuïn posant-hi resistència’. (Thomas S. Khun (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*, pàg. 246).

Com assenyalàvem més amunt, un dels trets característics de les economies actuals és l’aparició i consolidació d’un nou tipus de tecnologia, que es basa en la *digitalització*², que agrupem sota la denominació de *Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC)*³ i que ha impregnat el conjunt de l’activitat econòmica⁴. De fet, a la seva ja clàssica trilogia sobre *l’era de la informació* el professor Castells (1996; 2000) sosté la hipòtesi que aquestes tecnologies “suposen un esdeveniment històric, al menys tant important, com ho va ser la revolució industrial del segle XVIII”, de manera que assenten la base material d’un nou tipus de societat, *la societat de la informació*:

‘La relació històrica de les revolucions tecnològiques, a la compilació de Melvin Kranzberg i Carroll Pursell, mostra que totes es caracteritzen per la seva *capacitat de penetració* a tots els dominis de l’activitat humana no com una font exògena d’impacte, sinó com el mocador amb el qual està teixit tota activitat. En altres paraules, *s’orienten cap el procés*, a més d’introduir nous productes. D’altra part, i a diferència de qualsevol altra revolució, el nucli de la transformació que estem experimentant a la revolució en curs ens remet a les *tecnologies del processament d’informació i de la comunicació*. La tecnologia de la informació és a aquesta revolució el que les noves fonts d’energia van ser a les successives revolucions industrials, de la màquina de vapor als combustibles fòssils i, fins i tot, a l’energia nuclear, ja que la generació i distribució d’energia va ser l’element clau subjacent a la societat industrial.’ (Manuel Castells (2000). *La era de la informació, volum 1: La sociedad red*, Segona edició, pàg. 61).

Dues idees mereixen ser destacades des del punt de vista econòmic d’aquesta visió. Primera, la idea segons la qual *les TIC són el nucli de la transformació econòmica*. Segona, *les TIC impregnen o - en terminologia econòmica - exerceixen els seus efectes sinèrgics sobre el conjunt de l’activitat econòmica*. Dit d’una altra manera, la revolució tecnològica actual no només ha generat l’aparició de nous béns i serveis sinó que, a més, aquests són utilitzats de manera creixent per la resta d’activitats econòmiques. Una analogia aclaridora. A la segona

2. Entenem per *digitalització* la representació codificada d’una senyal mitjançant fluxos de llum que s’identifiquen, per exemple, amb dígit binari. A tall d’il·lustració, la representació de qualsevol tipus de dades d’informació (gràfica, àudio, vídeo, fotografia, etc) o de magnituds físiques per mitjà de dígit. D’aquesta manera, un *digitalitzador* és un dispositiu que converteix informació de naturalesa determinada no digital en informació digital manejable per a l’ordinador. A tall d’il·lustració, un digitalitzador és un escàner.

3. El professor Castells ens en dóna una definició àmplia i sintètica: “entre les tecnologies de la informació –que agrupen tant la informació com la comunicació- incloc, com tothom, el conjunt convergent de tecnologies de microelectrònica, informàtica (hardware i software), les telecomunicacions/televisió/ràdio i l’optoelectrònica. A més, i a diferència d’alguns analistes, també incloc dins de l’àmbit de les tecnologies de la informació la enginyeria genètica i el seu conjunt de desenvolupaments i aplicacions en expansió”. Al capítol següent trobareu una descripció acurada del significat econòmic de tecnologia, si bé podem avançar que és el “fons social de tot tipus de coneixement per a fer coses d’una manera reproducible”.

4. Nicholas Negroponte (1995), un dels primers economistes que, des de la vessant de l’anàlisi empresarial, va estudiar l’impacte de les TIC sobre l’activitat econòmica, ha fet cèlebre l’expressió: “vivim en un món que s’ha tornat digital”.

revolució industrial, la combinació entre les fonts d'energia derivades dels combustibles fòssils i el motor de combustió interna va permetre l'aparició d'un nou conjunt de béns i serveis que podem agrupar sota la denominació dels vehicles amb motor; doncs bé, aquesta nova tipologia de productes van exercir els seus efectes sinèrgics sobre la resta de l'activitat econòmica, fins al punt que un dels pilars del sistema de producció industrial va ser, precisament, aquesta nova tipologia de mercaderies. Ara bé, i seguint amb l'argument del professor Castells, la novetat d'aquesta “tercera revolució industrial”⁵ no passa pel fet que aquesta se sustenta sobre nous coneixements i informacions, sinó que la veritable novetat és “l'aplicació d'aquest coneixement i d'aquesta informació sobre aparells de generació de coneixement i processament de la informació/comunicació, en un cercle de retroalimentació acumulatiu entre la innovació i els seus usos”. De fet, si ens remetem a una visió àmplia dels processos tecnològics, les tecnologies de la informació i la comunicació semblen avançar un pas més en *el domini de l'home sobre la matèria*, ja que, no només permeten el coneixement i la reproducció de l'entorn sinó que, més que mai, incideixen directament en *el domini de l'home sobre si mateix*, més ben dit, *sobre el seu propi coneixement*:

‘Així, els ordinadors, els sistemes de comunicació i la decodificació i programació genètica són amplificadors i prolongacions de la ment humana. El que pensem i com ho pensem queda expressat en béns, serveis, producció material i intel·lectual, ja sigui aliment, refugi, sistemes de transport i comunicacions, ordinadors, míssils, salut, educació o imatges.’ (Manuel Castells (2000). *La era de la informació, volum 1: La sociedad red*, Segona edició, pàgs. 62 i 63).

D'una altra manera, *les TIC és fonamenten, entre altres, en el coneixement per a generar coneixement, és a dir, en són un dels seus inputs, però, a la vegada també són coneixement, és a dir, són un output*. Una última propietat addicional a destacar de les TIC, també amb contraposició amb les revolucions industrials⁶: *les seves característiques temporals i espacials. Això és, mai com ara una tecnologia s'havia estès tan ràpidament ni havia tingut un*

5. El terme Revolució Industrial prové de l'anglès “Industrial Revolution”. Tot i que la base material d'aquest canvi econòmic i social ve definida per un onada d'innovacions tecnològiques, que confirmen al sector industrial com a determinant d'aquest canvi, és important assenyalar que el terme *indústria* té una doble accepció: el sector industrial o secundari pròpiament dit i una de més genèrica que es refereix a una activitat o a un sector productiu. A tall d'exemple, la disciplina d'*economia industrial* no és que només estudiar a la indústria, sinó que l'hem d'entendre com una anàlisi més general d'una activitat o d'un sector productiu, que no té perquè pertànyer al sector industrial, per exemple una activitat terciària o de serveis. Si prenem aquesta accepció més àmplia podem interpretar la revolució de les TIC com una revolució industrial en el sentit que hi ha una nova activitat o sector productiu que determina els guanys de competitivitat de l'economia.

6. Els historiadors de la tecnologia han arribat a un cert consens sobre el fet que, al menys, hi va haver dues revolucions industrials. La primera, de la qual podem situar els seus inicis al voltant de la darrera part del segle XVIII i la segona que hauria començat a finals del segle XIX. Les dues es caracteritzen pel desenvolupament d'unes noves tecnologies, a les quals i en el primer cas hi destaca la màquina de vapor i, en general, el procés de substitució dels instruments per les màquines, mentre que en el segon cas hi destaquen l'electricitat i el motor de combustió interna, així com el desenvolupament de les tecnologies de la comunicació, a través del telègraf i el telèfon. Tot i això, els investigadors subratllen una diferència important entre ambdues revolucions industrials. Es tracta de *la importància del coneixement científic per a impulsar el desenvolupament tecnològic*. Efectivament, tot i que a la primera revolució industrial un cert coneixement va permetre la substitució dels instruments per les màquines no va ser fins cap a meitats del segle XIX que el desenvolupament del coneixement científic es va vincular estretament amb l'activitat econòmica. Per una ampliació de la dimensió històrica del desenvolupament tecnològic vegeu, entre d'altres, Kranzberg i Pursell (1967), Kranzberg (1985) i Mokyr (1985; 1990). Un recent treball de documentació històrica que mereix ésser destacat, per l'exhaustivitat i el volum d'informació que comprèn, és el de Maddison (2001). A més, m'agradaria citar dues noves edicions que, des d'un punt de vista econòmic més general, expliquen el desenvolupament de l'economia occidental al darrers dos segles. Són les obres d'Aldcroft (2001) i de Kenwood i Loughheed (1999).

abast territorial tan ampli. De fet, en poc més de dues dècades aquestes tecnologies s'han estès per tot el planeta, amb les òbvies àrees desconnectades que, al seu torn, són molt heterogènies econòmica, social i culturalment.

1.1.1. Una aproximació metodològica a les revolucions tecnològiques

Tot i que no és la intenció d'aquest treball aprofundir en els fonaments i les particularitats del concepte *revolució industrial*, si que val la pena, una vegada descrites les característiques bàsiques de les TIC, aturar-nos-hi, ni que sigui breument, des de diverses perspectives. Com assenyala un dels principals historiadors de la tecnologia, Melvin Kranzberg (1985), el fenomen que anomenem revolució industrial es sustenta en dos elements bàsics que ens poden ajudar a determinar si a l'actualitat ens endinsem o no en una revolució:

'Utilitzant la clàssica Revolució Industrial del segle XVIII i XIX com a criteri, hem après que una revolució industrial consisteix en dos elements fonamentals: (1) un conjunt de canvis tècnics fonamentals a la producció i distribució de béns acompanyats per –en alguns casos causats per, en alguns casos reflectint, però, passi el que passi, interconnectats amb- (2) un conjunt de canvis socials i culturals de primera magnitud. Aquests dos elements es podrien estar donant a l'actualitat; un conjunt de canvis tecnològics sols no configuren una revolució industrial, de la mateixa manera que un conjunt de canvis socioculturals sense els seus desenvolupaments tecnològics tampoc poden abocar en una nova era industrial.' (Melvin Kranzberg (1985). "The Information Age: Evolution or Revolution" a *Information Technologies and Social Transformation*, pàg. 37).

A banda d'emfasitzar les característiques dinàmiques de qualsevol procés de revolució industrial, ja que les *tecnologies són evolutives* en el sentit que sempre deriven de desenvolupaments anteriors: "*els ordinadors, l'element bàsic de l'era de la informació, busca els seus orígens en els primers aparells, com l'incipient abacus, les calculadores del segle XVII de Pascal, el treball de Charles Babbage al segle XIX i el desenvolupament de les targetes foradades de Herman Hollerith per a l'Oficina del Cens dels EUA a la dècada del 1890*", hem vist com els historiadors de la tecnologia vinculen el concepte revolució amb una onada d'innovacions i un conjunt de canvis socials i culturals. En un treball seminal, Kranzberg (1985) defineix els elements que caracteritzen el que anomena *l'era de la informació* a partir dels trets definitoris de tota revolució industrial. De fet, l'autor conclou que "*assistim a una revolució, perquè s'estan transformant les condicions de vida i la societat. I aquesta revolució és una Revolució Industrial perquè el desenvolupament de la tecnologia productiva assenta les bases dels canvis socioculturals*". Tot i que segurament encara és aviat per determinar l'abast d'aquesta nova societat que s'albira⁷, l'autor fa un esforç de síntesi, que hem actualitzat amb els esdeveniments més novedosos, de manera que al quadre 1.1. es resumeixen els trets característics de l'era de la informació a partir dels elements que defineixen una revolució industrial⁸.

7. Un dels temes que més ha preocupat als historiadors i als economistes és la *velocitat de difusió* i els efectes sinèrgics sobre el conjunt de l'activitat econòmica d'una onada d'innovacions. En aquesta temàtica s'ha arribat a un consens, segons el qual *són necessàries algunes dècades perquè cristal·litzi la recerca bàsica en l'activitat productiva*. A tall d'exemple, la invenció del motor de combustió (de la dècada de 1880) no es va generalitzar amb l'ús massiu de l'automòbil als EUA, fins la dècada del 1920. Tot i que amb les TIC aquest espai de temps sembla que s'ha escurçat hi ha consens en el fet que *estem als inicis d'un nou tipus de societat*, que té en el coneixement un dels seus recursos econòmics principals.

8. S'han de tenir en compte la progressivitat i el dinamisme dels esquemes socials. Això és, l'aparició d'un nou tipus de configuració social coexisteix sempre amb altres determinants econòmics i socials. És a dir, l'aparició de

Quadre 1.1. Determinants tècnics, productius, socials i culturals de la Revolució Industrial i de l'Era de la Informació

Revolució industrial

Canvis tècnics i productius

- L'ús de nous materials bàsics, principalment ferro i acer.
- Noves fonts d'energia derivades de les noves fonts de moviment i combustibles, com el carbó i la màquina de vapor i, més tard, l'electricitat, el petroli i el motor de combustió interna.
- Invents mecànics, com la màquina de filatura, la bombeta i altres instruments de maquinària, que van suposar un increment de la producció amb una menor despesa d'energia humana.
- L'organització centralitzada del treball en el sistema fabril, que es basava en la divisió de treball i l'especialització per funcions, en un context de maquinària millorada que feia possible els components intercanviables i la producció de masses.
- La millora dels transports a través de la màquina de vapor, del ferrocarril, de l'automòbil i, eventualment de l'aeroplà, i en les comunicacions a través del telègraf, del telèfon i de la ràdio.
- El desenvolupament de la ciència i la seva relació amb la tecnologia.

Canvis socials i culturals

- El declivi de la terra com a principal font de riquesa en detriment de l'extraordinari augment de la riquesa creat per la producció industrial.
- Canvis polítics derivats dels canvis en el poder econòmic com, per exemple, les noves polítiques estatals que es corresponien amb les noves necessitats industrials d'integració dels mercats nacionals.
- Importants canvis demogràfics i socials, incloent-hi el creixement de les ciutats, el desenvolupament dels moviments sindicals (resultat del naixement d'una nova classe social, el proletariat industrial urbà) i l'emergència de nous patrons d'autoritat a la família i a la feina.

Era de la informació

Canvis tècnics i productius

- Nous materials bàsics, com la combinació i noves aleacions de materials, els plàstics, la fibra sintètica i òptica, les ceràmiques sofisticades i el silici. Tots aquests materials són dissenyats i manufacturats amb l'ajuda d'ordinadors.
- Noves fonts d'energia que evolucionen l'era dels combustibles fòssils, com els combustibles sintètics, les fonts d'energia renovables i un millor aprofitament de les energies existents.
- Invents, com l'ordinador i la progressiva computerització, digitalització i robotització de l'activitat econòmica, que han suposat que la força de treball passi d'ésser un "operador" de la maquinària a un "supervisor" de la maquinària.
- L'espectacular millora dels transports i les comunicacions. El desenvolupament de les comunicacions aèries, la utilització de les tecnologies electròniques i espacials al transport, els satèl·lits, el cable de fibra òptica, la digitalització de totes les formes de comunicació, les xarxes i Internet s'han combinat amb el desenvolupament de la informàtica per digitalitzar, ampliar i fer més ràpid el flux circular de l'activitat econòmica.
- La revolució de les TIC ha canviat els esquemes d'organització empresarial, atesa la facilitat i disponibilitat de la informació. L'especialització flexible, la diferenciació del producte, la gestió del coneixement i el procés de mundialització caracteritzen un mercat cada cop més virtual. Aparició d'una nova branca d'activitat basada en les TIC.
- La difusió internacional de la tecnologia a través de les xarxes de coneixement.

Canvis socials i culturals

- La progressiva incorporació del coneixement com a element determinant de productivitat i competitivitat.
- Canvis polítics i institucionals derivats dels canvis en l'equilibri de forces del poder econòmic. Polítiques noves per a satisfer unes necessitats econòmiques i socials globals.
- Canvis socials i culturals. Nous requeriments de formació, que es tornen permanents, la revolució sexual, amb la incorporació de la dona al mercat de treball, l'augment de la demanda d'educació, lleure i cultura, la preocupació pel creixement sostenible (el medi ambient i la relació home i natura) i l'interès per les desigualtats econòmiques i socials del món.

Font: Kranzberg (1985) i elaboració pròpia.

l'era de la informació no vol dir que la societat industrial no estigui present, de la mateixa manera que les successives revolucions industrials van coexistir –i de fet, encara avui coexisteixen- amb les societats agràries.

Així, entre els *canvis tècnics i productius* es destaca que la incorporació a la producció de les aplicacions derivades de les TIC, conjuntament amb l'aparició de nous materials bàsics, amb les noves fonts energètiques i amb la revolució de les telecomunicacions, han generat un conjunt de nous béns i serveis, que van estenent un ampli ventall de connexions sinèrgiques cap la resta d'activitats econòmiques. Aquesta nova manera d'invertir, produir i consumir va de la mà de nous patrons de comportament de tots els agents econòmics, que desemboquen en canvis socials, institucionals i culturals de primera magnitud. De fet, aquesta breu revisió del pensament sociològic i dels historiadors de la tecnologia ens serveix per afirmar que *hi ha un cert consens interdisciplinari en relació amb el fet que durant la darrera meitat del segle XX s'han assentat les bases d'un nou tipus de societat, que s'anomena la societat de la informació i que té la seva base material en una revolució tecnològica liderada per les tecnologies de la informació i la comunicació*. Una aproximació econòmica a aquests plantejaments ens la dona la noció del *canvi de paradigma tecnoeconòmic*. L'estudi dels paradigmes va ser introduït a l'anàlisi econòmica de la mà d'un dels principals historiadors de la ciència, Thomas S. Khun, al principi de la dècada dels seixanta. L'autor identifica una *revolució científica amb un canvi de paradigma*⁹:

‘Considero a aquests –es referix al concepte de paradigma– com realitzacions científiques universalment reconegudes que, durant un cert període de temps, proporcionen models de problemes i solucions a una comunitat científica.’ (Thomas S. Khun (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*, pàg. 13).

Aquesta noció de paradigma, en termes del pensament científic, té la seva translació, al seu torn, en termes d'un progrés tecnològic generalitzat. De fet, i enllaçant amb l'anàlisi schumpeteriana, que ubica la innovació al centre de l'escenari del creixement econòmic, un conjunt d'autors¹⁰, descontents amb l'anàlisi neoclàssica sobre el paper del canvi tècnic a l'activitat econòmica¹¹, utilitzen el *paradigma tecnoeconòmic* com a punt de partida d'una visió diferent dels fonaments de la innovació tecnològica:

‘(...) Un paradigma tecnoeconòmic és un conjunt d'innovacions tècniques, organitzatives i gerencials interrelacionades, les avantatges de les quals no es troben només en una nova gamma de productes i sistemes, sinó que també en trobem a la dinàmica de l'estructura del cost relatiu de tots els possibles inputs per a la producció. A cada nou paradigma, un input particular o conjunt d'inputs pot descriure's com el factor clau d'aquest paradigma, caracteritzat per la caiguda de costos relatius i la disponibilitat universal. El canvi contemporani de paradigma pot contemplar-se com el pas d'una tecnologia basada fonamentalment en inputs barats d'energia a una altra basada sobretot en inputs barats d'informació derivats dels avenços de la microelectrònica i la tecnologia de les comunicacions’. (Giovanni Dosi et al. (edts) (1988), *Technical Change and Economic Growth*, pàg. 10).

9. A tall d'exemple, a la ciència econòmica una revolució científica, o sigui “*un episodi de desenvolupament no acumulatiu en el qual un antic paradigma es reemplaça, completament o en part, per un de nou i incompatible*”, va ser l'aparició del paradigma keynesià, que va trencar amb el mètode de l'anàlisi clàssica dels fets econòmics.

10. Giovanni Dosi, Christopher Freeman, Richard Nelson, Gerard Silverberg i Luc Soete són els editors d'un llibre: *Technical Change and Economic Theory*, on s'aborda la necessitat de replantejar la teoria econòmica i, en especial, el paper que aquesta li confereix al progrés tecnològic. El seu punt de partida, seguint amb la tradició iniciada ja fa molt de temps per Joan Robinson (1938), és la definició d'un paradigma tecnoeconòmic, elaborat per Carlota Pérez, Christopher Freeman i Giovanni Dosi. Més recentment, Silverberg i Soete (1994) han recollit l'evidència teòrica i empírica d'aquesta *visió evolutiva* de les interaccions entre tecnologia i creixement econòmic.

11. Per trencar amb la interpretació del canvi tècnic com a quelcom exogen a l'activitat econòmica, Dosi (1982) planteja una visió de la tecnologia que s'associa al concepte del coneixement científic i que considera *impressionista*, per bé que li sembla útil per avançar en la comprensió de les fonts del canvi tècnic, des d'almenys tres perspectives: el paper de la continuïtat i la discontinuïtat del canvi, els procediments a partir dels quals apareix aquest canvi i l'observació de l'acumulació dels seus avenços a partir de la idea del paradigma tecnològic i la seva trajectòria.

Aquesta definició del paradigma tecnoeconòmic obre les portes a una anàlisi del creixement econòmic des d'una percepció àmplia, ja que ens permet *una aproximació al procés de canvi estructural associat a la transició d'un paradigma cap un altre per al conjunt de branques productives*. A més, tot i que no és el nostre objecte d'estudi, aquesta visió aporta una mica de llum sobre un fenomen que alguns analistes han anomenat *l'endarreriment cultural*. És a dir, aquesta visió completa del procés d'innovació resultant d'un canvi de paradigma ens permet interpretar alternativament les crisis econòmiques profundes com un *desajust (mismatch)* entre la potencialitat d'un nou paradigma i l'entorn institucional i social sobre el qual actua. En aquesta línia, Freeman i Pérez (1988) suggereixen una *taxonomia de la innovació* que insereixen en la dinàmica dels cicles econòmics. Aquesta classificació de la innovació comprèn una distinció entre *innovació incremental, innovació radical, nous sistemes tecnològics i canvis en paradigmes tecnoeconòmics o revolucions tecnològiques*. Vegem-ho:

- Les innovacions incrementals són *“un tipus d'innovacions que passen més o menys contínuament a l'activitat industrial i de serveis i amb més o menys intensitat per sectors i països, com a resultat de la combinació de les pressions de la demanda, dels factors socials i culturals i de les oportunitats tecnològiques i les seves trajectòries”*. No són resultat de la recerca aplicada a l'activitat productiva, sinó que provenen de l'aplicació i millora de la producció a proposta dels enginyers o dels usuaris de la tecnologia. Aquestes innovacions tenen una importància cabdal en la millora de l'eficiència d'ús dels factors productius, de manera que sovint se'ls associa amb els efectes d'escala i les millores de productivitat derivades d'augment d'eficiència i qualitat. Tot i això, els seus efectes sobre el creixement sostingut de la productivitat agregada són aparents, i només es manifesten en forma de canvis en els coeficients de la taula Input-Output¹².
- Les innovacions radicals són *“els esdeveniments discontinus, que recentment s'associen al resultat de l'aplicació deliberada de la recerca i el desenvolupament a l'activitat empresarial en combinació amb la universitat i els laboratoris governamentals”*. Les innovacions radicals, que solen incorporar combinacions de productes i innovacions de procés i d'organització, es distribueixen irregularment entre els sectors productius i en el temps, per bé que augmenten la tendència de creixement de nous mercats, així com les oportunitats de nova inversió. Acaben conduint l'economia cap un canvi estructural si bé el seu efecte macroeconòmic és relativament reduït i localitzat, a menys que un conjunt d'innovacions radicals es vinculin amb l'ascens de noves indústries i serveis com, per exemple, la indústria de materials sintètics o de semiconductors.
- Els canvis de sistema tecnològic són *“canvis tecnològics –o constel·lacions d'innovació– de gran abast, que afecten a un conjunt important de branques d'una economia i que poden generar l'aparició de noves branques d'activitat”*. Es basen en la combinació

12. La Taula Input-Output és una representació de l'economia dividida en sectors a partir de la qual cada sector com a productor proporciona als altres sectors, i cada sector com a consumidor rep dels altres sectors. De fet, és la representació empírica d'una de les idees clàssiques del pensament econòmic: la *interdependència econòmica*, aplicada per primera vegada com a eina de la planificació soviètica i exportada per Wassily W. Leontief als EUA (1956), amb la intenció d'analitzar l'estructura productiva d'aquesta economia.

d'innovacions incrementals i radicals, juntament amb innovacions a les organitzacions i als seus esquemes directius. Un exemple seria la combinació de les innovacions en materials sintètics, a la indústria petroquímica i a la maquinària d'injecció i les seves aplicacions durant les dècades que van del 1920 al 1950.

- Els canvis de paradigma tecnoeconòmic o revolucions tecnològiques són “*canvis en els sistemes tecnològics de gran abast, els quals tenen una influència cabdal en el comportament del conjunt de l'economia*”¹³. Un canvi d'aquest tipus es vincula amb un conjunt d'innovacions incrementals i radicals i, eventualment, incorpora un nombre de nous sistemes tecnològics. Aquest tipus de canvi tecnològic té una característica fonamental “*la seva capacitat de penetració al conjunt de l'economia; és a dir, no només comporta l'emergència d'un nou tipus de productes, serveis, sistemes i indústries, sinó que també transforma directa o indirectament la resta de branques de l'economia*”.

Ara bé, una vegada definit el canvi de paradigma tecnoeconòmic s'han de donar les condicions perquè es pugui traslladar al conjunt del sistema econòmic i social. De fet, a grans trets podem afirmar que perquè es doni la translació entre paradigmes un *input - o conjunt d'inputs - ha de suposar un canvi en l'estructura de costos relatius del conjunt de l'economia, la qual cosa inclou una disponibilitat universal i també la necessitat de superar les limitacions institucionals*. Pel que fa a la primera part de l'afirmació, aquesta condició comprèn tres elements. Primer, que els agents econòmics tinguin una inequívoca percepció que aquest input suposa una clara i ràpida tendència a la baixa dels costos relatius. Segon, que hi hagi una disponibilitat il·limitada d'oferta de l'input i, tercer, que tingui un clar potencial d'ús o incorporació als productes i processos del conjunt del sistema econòmic, ja sigui directament a través de noves innovacions, ja sigui indirectament a través de la reducció de costos i el canvi de qualitat dels altres inputs del sistema. Pel que fa a la segona part de l'afirmació, la relativa a l'entorn institucional, fa referència als canvis tant interns com de l'entorn empresarial que el nou paradigma ha d'afrontar per a superar al vell. En aquest context, Freeman i Pérez (1988) vinculen l'evolució a llarg termini dels cicles econòmics amb la noció del paradigma tecnoeconòmic, de manera que des de finals del segle XVIII i fins a l'actualitat podem distingir *cinc onades o cicles de Kondratiev*¹⁴ –vegeu el quadre 1.2-. En aquest esquema s'arriba a la conclusió tentativa que a *les darreres dues dècades del*

13. De fet, els autors són clars a l'hora d'interpretar la noció de canvi de paradigma tecnoeconòmic: “*la nostra concepció és molt més àmplia que la d'un conjunt d'innovacions o d'un canvi de sistema tecnològic. Ens referim a una combinació d'interrelacions d'innovació entre productes i processos, tècniques, organització i esquemes directius, que suposen un salt quantitatiu en el potencial de productivitat del conjunt de l'economia i que obre un conjunt de noves oportunitats d'inversió i de beneficis*”. Vegeu [Freeman, C. i C. Pérez (1988). “Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour” a *Technical Change and Economic Theory*, pàg. 48].

14. A principis del segle XX el pensament econòmic es va preocupar per l'evolució cíclica de l'economia. Tres autors van destacar en aquest camp Joseph Kitchin, Clement Juglar i Nicolai Kondratiev, que van donar els seus noms a tres tipus de cicles econòmics, que es poden integrar en una teoria de conjunt. El *cicle Kitchin*, tenia un origen psicològic, una durada d'uns 40 mesos i esdevenia com a resultat dels excessos de producció derivats d'un clima d'optimisme, que es traduïa en pessimisme i acumulació d'estocs una vegada s'esgotava aquesta percepció favorable. Els *cicles Juglar* eren causats per l'adaptació del sistema monetari a moments de pressió, per exemple, els moments derivats d'inversions en sectors nous o expansius, i tenien una durada de 10 anys. Finalment, el *cicle Kondratiev*, de quaranta o cinquanta anys, tenia un origen tecnològic i esdevenia com a resultat de la substitució de les matrius tecnològiques per noves onades d'innovació, a les quals cal afegir-hi raons socials i polítiques. La integració d'aquestes tres teories del cicle es dona quan les tres idees s'interpreten en funció de l'obsolescència – en diversos graus- del capital instal·lat a l'activitat econòmica. Vegeu, Albritton et al. (2001) i Punzo (2001).

segle XX hem assistit a un canvi de paradigma tecnoeconòmic caracteritzat per una base material vinculada amb les TIC i per la consolidació d'una nova economia basada en el coneixement¹⁵.

Quadre 1.2. Els determinants econòmics de les revolucions tecnològiques (o cicles econòmics de llarga durada)

Onada	Període	Descripció	Mètodes de transport i creixement sectorial induït	Factor productiu d'abundant oferta i descens preus	Altres sectors de ràpid creixement	Limitacions de l'antic paradigma i solucions oferides pel nou	Organització d'empreses i formes de cooperació i competència
1	1770-1780 a 1830-1840 <i>Revolució industrial</i>	Primera mecanització	Canals marítims Carreteres Tèxtil Química tèxtil Maquinària tèxtil Ferro Energia hidràulica Ceràmica	Cotó Ferro	Maquinària de vapor	Limitacions d'escala, control de processos i de mecanització del "putting-out system". Augments de la productivitat i dels beneficis a través de la mecanització i l'organització a les indústries principals.	Empreses individuals i competència de les petites empreses. Estructura de cooperació en la innovació i el finançament. Capitals locals i riquesa individual.
2	1830-1840 a 1880-1890 <i>Prosperitat victoriana</i>	Energia del vapor Ferrocarril	Ferrocarril Transport mundial en vaixell Màquina vapor Vaixells vapor Maquinària de ferro Equips del ferrocarril	Carbó Transport	Acer Electricitat Gas Fibres sintètiques Enginyeria pesada	Limitacions de l'energia hidràulica per la inflexibilitat de la localització, l'escala productiva, les restriccions a la mecanització i la producció al mercat interior. Noves oportunitats de la màquina de vapor i del nou sistema de transport.	Augments d'ocupació a les grans empreses. El creixement dels mercats, la responsabilitat limitada i l'accés als mercats financers permeten nous patrons d'inversió, l'assumpció de riscos i la propietat privada.
3	1880-1890 a 1930-1940 <i>Belle Epoque</i>	Electricitat Enginyeria pesada	Oferta i distribució d'electricitat Enginyeria elèctrica Maquinària elèctrica Cable i fil Enginyeria pesada Armament pesat Acer per transport Química pesada Fibres sintètiques	Acer	Automòbils Aviació Telecomunicacions Ràdio Alumini Béns de consum durables Petroli Plàstics	Limitacions dels materials de ferro en resistència, durada i precisió. Inflexibilitat de les cadenes de muntatge existents. Les noves fonts energètiques augmenten molt les disponibilitats i l'acumulació de capital. L'estandardització facilita les operacions a nivell mundial.	Emergència de les grans empreses, càrtels, trusts i fusions. Els monopolis i oligopolis són típics. Apareix la regulació i la propietat estatal dels monopolis naturals i de les utilitats públiques. Concentració bancària i financera. Emergència de l'especialització en la direcció de les grans empreses.

15. Aquesta visió inicial (del 1988) relativa al començament d'un nou paradigma tecnoeconòmic a la darrer part del segle XX s'ha consolidat amb els fets posteriors. En efecte, a l'esquema presentat a la cinquena onada d'innovació només s'hi hauria d'afegir com a element novèdós la progressiva incorporació a l'activitat econòmica de les TIC, entre les quals hi destaquen Internet i els nous aparells i sistemes d'informàtica i comunicacions. De fet, aquesta visió relativa a l'aparició i progressiva consolidació d'un nou cicle econòmic de llarga durada ha estat confirmada en investigacions posteriors, com per exemple les de Crafts (2000a), David (1990; 2000), Casson i Dudley (2000), Norton (2001), De Long (2001) i Atkeson i Kehoe (2001).

Quadre 1.2. Els determinants econòmics de les revolucions tecnològiques (o cicles econòmics de llarga durada) (continuació)

Onada	Període	Descripció	Mètodes de transport i creixement sectorial induït	Factor productiu d'abundant oferta i descens preus	Altres sectors de ràpid creixement	Limitacions de l'antic paradigma i solucions oferides pel nou	Organització d'empreses i formes de cooperació i competència
4	1930-1940 a 1980-1990 <i>Edat d'or del creixement</i>	Producció fordista en massa	Autopistes Aeroports Línies aèries Automòbils Camions Tractors Armament per la guerra motoritzada Aviació Béns de consum durable Plantes de processament Materials sintètics Petroquímica	Energia derivada del petroli	Ordinadors Radars Farmacèutica Energia nuclear i aplicacions de defensa Software microelectrònic	Limitacions d'escala dels processos de producció superades per l'estandardització dels materials i l'abundant energia barata. Nous patrons de localització i desenvolupament urbà a través de l'ús massiu de l'automòbil. Els béns de consum de masses s'abarateixen.	Competència oligopolística. Corporacions multinacionals, basades en la inversió directa estrangera i les localitzacions multiplanta. Subcontractació competitiva, que es basa en integrar verticalment. Concentració, divisionalització i control jeràrquic. Apareix la tecnoestructura a les grans corporacions.
5	Des del 1980-1990 <i>Era digital o paradigma de les tecnologies de la informació</i>	Informació i comunicació	Comunicacions digitals Xarxes Satèl·lits Ordinadors Béns de capital electrònics Software Telecomunicacions Fibra òptica Robòtica Ceràmica avançada Bases de dades Serveis d'informació	Xips Microelectrònica	Tercera generació de productes i processos biotecnològics. Activitats espacials Química avançada Inversió científica directa	Deseconomies d'escala i inflexibilitat del procés d'ensamblatge en línia, substituït per la manufactura flexible, les xarxes i les economies d'abast. Limitacions energètiques i de materials superades pels sistemes de control electrònic. Limitacions de l'estructura jeràrquica superada per la sistematització, el treball en xarxa i la integració del disseny, la producció i el marketing.	Xarxes de petites i grans empreses basades en l'ús intensiu de la tecnologia digital. Es generen mercats interns de capitals.

Font: Reproduït de Freeman i Pérez (1988).

Finalment, els autors afirmen que la cristallització d'un nou paradigma tecnoeconòmic inclou un conjunt de nou elements:

- (a) Una nova millor pràctica, tant a l'organització de l'empresa com al nivell de la planta de producció;
- (b) un nou perfil de capacitats de la força de treball, que modifica tant a la qualitat com a la quantitat del treball, així com els seus corresponents patrons de distribució de la renda;
- (c) una nova combinació productiva, amb nous productes que són intensius en la utilització de l'input que ha suposat un canvi en l'estructura de costos relatius i que a més són els preferits per la inversió i presenten una proporció creixent del PIB;
- (d) noves tendències a les innovacions radicals i incrementals, destinades a substituir els components productius relativament més cars per el nou (o nous) factor preeminent més

barat;

- (e) un nou patró de localització de la inversió nacional i internacional, dirigit cap a l'aprofitament dels avantatges comparatius que ha generat el canvi en l'estructura de costos relatius;
- (f) un onada d'inversió d'infraestructures, dirigida cap a provisionar les externalitats positives per al conjunt de l'economia que genera l'ús d'aquests nous productes i processos;
- (g) la tendència de les petites empreses innovadores a entrar ràpidament en les branques més expansives de l'economia i, en alguns casos, a iniciar nous sectors de producció;
- (h) la tendència de les grans empreses cap a la concentració, ja sigui pel creixement o la diversificació, a les branques de l'economia on l'input rellevant es produït i usat més intensivament i,
- (i) un nou patró de consum de béns i serveis i noves formes de comportament de la despesa familiar i la distribució.

Que, des de la nostra òptica, es poden resumir en tres¹⁶:

- (a) Un *nou esquema productiu*. Això és, la incorporació d'un nou (o nous) recurs productiu, que determina una variació dels costos relatius, un augment de l'eficiència productiva i un canvi de la dimensió i l'organització empresarial, que suposa l'aparició i consolidació de noves activitats econòmiques, que estén els nous béns i serveis generats cap a la resta de l'economia i que genera un nou perfil de capacitats de la força de treball. En el nostre cas, la condició per a l'aparició d'un canvi de paradigma generat per les TIC seria la *incorporació progressiva a la producció del coneixement*, que generaria l'aparició d'un nou sector productiu i revisaria els esquemes de producció de l'antic paradigma, amb un augment del creixement sostingut de la productivitat i la competitivitat del conjunt del sistema .
- (b) Un *nou esquema de producció de coneixement*. Això és, en el nostre cas, *un conjunt de noves tendències en el fons social de coneixement de tot tipus aplicat a l'activitat econòmica*, amb l'objectiu de generar innovacions incrementals i radicals que aprofitin el nou factor productiu de baix cost relatiu. A més, *suposa un canvi en la direcció de la inversió en coneixement*, que desenvoluparia l'avantatge comparatiu del nou input, cosa que inclouria, entre d'altres, una onada d'inversió en infraestructures tecnològiques, però també, l'aprofitament de les xarxes de coneixement i la difusió internacional de la tecnologia.
- (c) *Nous patrons de despesa*. Això és, en el nostre cas, *l'impuls des de la demanda* (o

16. De fet, Castells (2000) defineix cinc característiques d'aquest nou paradigma generat per les TIC. Són les següents. Primera, "*la informació és la seva matèria primera*", és a dir les TIC actuen sobre la informació, de manera que el coneixement científic actua sobre la informació i, no només, sobre la tecnologia com passava a les anteriors revolucions industrials. Segona, "*la capacitat de penetració dels efectes de les noves tecnologies*", és a dir, entén la informació com "*una part integral, que modela, però no determina, la vida humana*". Tercera característica, "*la lògica de la interconnexió*". Això és, que l'organització en xarxes s'adapta bé a la complexitat d'interacció i a les noves pautes de desenvolupament tecnològic. Quarta, "*la flexibilitat*" d'aquest nou paradigma tecnològic, en el sentit que permet fàcilment la reestructuració dels seus components. I, finalment, la cinquena és "*la convergència creixent de tecnologies específiques cap un sistema altament integrat*", de manera que les interrelacions entre les diferents tecnologies informàtiques i de comunicacions, així com les interdependències entre aquestes i la biotecnologia són cada cop més evidents.

sigui, des del consum, la inversió i les relacions exteriors) *de les activitats productives fonamentades en l'input coneixement*.

Una vegada assenyalades les condicions econòmiques que hi ha al darrera de la manifestació d'un canvi de paradigma tecnoeconòmic, i la seva concreció en el cas del determinat per les TIC, és el moment de fer una breu aproximació a un aspecte concret i rellevant en aquest estadi de la investigació. Ens referim a la concepció metodològica que fa la ciència econòmica de la tecnologia. Dit d'una altra manera, com aborda o quin esquema cognitiu té l'economia de la tecnologia?, que, com hem vist, és la causa principal del creixement econòmic a llarg termini¹⁷. Com assenyalava un dels principals investigadors metodològics de l'economia i la seva relació amb el canvi tecnològic, Nathan Rosenberg (1976), l'aproximació a aquest fenomen ha d'ésser *dinàmica, específica i relacional* amb el context en el qual es desenvolupa:

El canvi tecnològic, efectivament, abraça una col·lecció molt complexa i àmplia de les activitats humanes. A més, les tecnologies no només canvien amb el temps, sinó que existeixen, de fet, nombroses tecnologies que coexisteixen en una societat al mateix temps. Aquesta heterogeneïtat fa clarament sospitós qualsevol intent de parlar sobre tecnologia i les seves conseqüències en conjunt. No és possible arribar a comprendre les complexitats de la tecnologia, les seves interrelacions amb altres components del sistema social i les seves conseqüències socio-econòmiques sense una voluntat de canviar de formes de pensament molt agregades a d'altres més disperses. Hem de passar d'una concepció més general a una de més específica, de *tecnologia* a *tecnologies*. Fins i tot s'ha d'estar preparat per a "*embrutar-se les mans*" i adquirir familiaritats amb els detalls importants de la tecnologia mateixa. Només d'aquesta manera és possible desenvolupar una apreciació de les característiques tecnològiques particulars i de les conseqüències que neixen (o aconseguen néixer) d'aquestes. No és possible analitzar els efectes del canvi tecnològic amb independència del context particular en el qual apareix, ja que l'eficàcia de la mateixa tecnologia exercirà conseqüències de tipus molt divers en societats que difereixen respecte a institucions, valors, recursos i història'. (Nathan Rosenberg (1979), *Tecnología y Economía*, pàg. 10).

De fet, aquest autor ens proposa una *visió àmplia del coneixement*, que incorpori tot tipus d'innovacions i no només les relacionades amb les seves "*formes més pures*", en un context on la seva producció és endògena i, per tant, vinculable amb els fets econòmics¹⁸, de

17. Aquesta interpretació no és res més que una breu visió general de com l'economia enfoca la problemàtica del canvi tècnic, interpretació que esdevé necessària per al desenvolupament del propòsit d'aquesta investigació: una aproximació a l'economia del coneixement. L'anàlisi dels aspectes concrets del pensament econòmic en relació amb el progrés tecnològic la podeu trobar al capítol següent, en el qual també hi podeu localitzar la distinció que fa l'economia de la tècnica i la tecnologia i de l'invent i la innovació. De moment quedem-nos amb la idea que la tecnologia és "*el conjunt de coneixements relatius als procediments tècnics (aquells que són necessaris per a l'activitat econòmica)*" i que la "*innovació tecnològica incorpora el canvi tècnic (definit per un invent que canvia el procés productiu o genera béns i serveis nous o ambdues coses) al conjunt de l'activitat econòmica*".

18. En la nostra terminologia, Rosenberg reivindica la importància de les quatre tipologies d'innovacions a l'hora de conceptualitzar el canvi tecnològic. De fet, considera que la ciència econòmica mostra un prejudici en aquesta temàtica que no li permet aproximar-se correctament al fenomen: "*El prejudici que tant em preocupa pot advertir-se fàcilment. Els economistes, quan treballen amb el procés de canvi tecnològic, revelen una conceptualització jeràrquica de diferents formes de coneixement similars a les del científic estudiós de les ciències naturals. És a dir, donen la major importància a les formes pures de coneixement, coneixement científic que implica ser del major i més ampli grau de generalitat. En canvi, tenen en molt poca consideració el coneixement tecnològic o industrial, per ésser massa específic i particularista en la seva naturalesa, i mostren poc interès en la forma en la qual aquest coneixement és produït o difós*". Com veurem més endavant, aquestes propostes metodològiques d'aproximació al canvi tecnològic i la incorporació a la literatura econòmica d'alguns treballs seminals que s'aproximaven a aquesta noció més àmplia de coneixement com, per exemple les de Schultz (1961) i Arrow (1962), van assentar les bases del que més tard s'anomenaria la *teoria endògena del creixement econòmic*. En resum, la proposta es considerar la

manera que podem considerar també “*aquelles nombroses forces de pressió contra la frontera de possibilitats de producció que fan que s'estengui o fluctui en regions limitades*”. Només una visió d'aquest tipus permetrà a l'economia una aproximació completa al fenomen del progrés tecnològic:

Finalment, desitjaria suggerir que la professió de l'economia no ha fet un progrés més ampli en l'anàlisi del canvi tècnic per dues raons: la primera és tan simple i evident que generalment s'ignora o es passa per alt, i aquesta és que el canvi tecnològic és un procés social en extrem complicat, implícitament molt difícil d'assimilar a un model. La segona, punt molt unit a l'anterior, és que es tracta d'un fenomen amb dimensions que no entren de forma convincent dins dels límits d'una disciplina acadèmica única o particular. La investigació sobre el tema, per necessitat, ha d'ésser interdisciplinària per naturalesa. L'exhortació a fer investigació interdisciplinària, tots ho sabem, és familiar, com també sabem la poca freqüència amb què l'èxit ha acompanyat la seva realització. El pas dels límits disciplinaris sol ser una operació arriscada, no només intel·lectualment, sinó també, i potser més important, professionalment, tot i que el resultat sigui satisfactori. S'aconseguirà, no com a resposta a una major exhortació, sinó per la verificació final que certs problemes de més rellevància i significació per als practicants d'una disciplina resistiran a la solució satisfactòria a menys que hi hagi un desig –i capacitat– de creuar aquestes línies sempre que la caça intel·lectual ho permeti. Tot i que l'economista pugui aspirar a les sublims i purificades altures –i al prestigi acadèmic– del científic dedicat a les ciències naturals, tinc la impressió que una dura *Providència* ha disposat el món de tal manera que només es poden perseguir i donar caça a alguns dels seus problemes més urgents amb una major disposició a un treball conjunt d'economistes i tecnòlegs'. (Nathan Rosenberg (1979), *Tecnología y Economía*, pàgs. 96 i 97).

Així doncs, el proper estadi de la nostra investigació passa, necessàriament, per una anàlisi detallada de l'element determinant del procés cap a l'assoliment d'aquest nou tipus d'economia: *les tecnologies de la informació i la comunicació*.

1.1.2. La revolució de les tecnologies de la informació i la comunicació

‘Com se sap, Internet es va originar en un audaç pla ideat a la dècada dels setanta pels guerrers tecnològics del Servei de Projectes d'Investigació Avançada del Departament de Defensa dels EUA (Advanced Research Projects Agency, el mític DARPA), per evitar la presa o la destrucció soviètica de les comunicacions nord-americanes en cas de guerra nuclear. (...) El resultat va ser una arquitectura de xarxa que, com volien els seus inventors, no podia ser controlada des de cap centre, estava composta per milers de xarxes informàtiques autònomes, que tenien innumbrables maneres de connectar-se, sortejant les barreres electròniques. Arpanet, la xarxa establerta pel Departament de Defensa dels EUA va acabar convertint-se en una xarxa de comunicació global i horitzontal de milers de xarxes (que ha passat de menys de 20 milions d'usuaris el 1996 a 300 milions el 2000, i segueix creixent ràpidament), de la qual se n'han apropiat individus i grups de tot el món per a tota classe de propòsits, molt allunyats de les preocupacions d'una guerra freda a les seves acaballes’. (Manuel Castells (2000), *La era de la informació, volum 1: La sociedad red*, pàgs. 36 i 37).

Com assenyala el professor Castells “*la breu, per bé que intensa, història de la revolució de la tecnologia de la informació ha estat explicada tantes vegades els darrers anys que no resulta necessari proporcionar al lector un altre relat complet sobre aquesta*”. Tot i això, i des del punt de vista de les interaccions entre tecnologia i economia, una descripció dels nous fonaments tecnològics i dels canvis que han generat esdevé necessària per la interpretació d'aquest nou tipus d'economia que s'està formant. Seguint les onades d'innovació dels tres principals components tecnològics de l'electrònica: *la microelectrònica, els ordinadors i les telecomunicacions*, una *visió*, encara que, *impressionista* de la dinàmica de les TIC durant la segona meitat del segle XX seria la que hi ha resumida al quadre 1.3.

cadena seqüencial – per bé que no relacional –, d'origen schumpeterià: *invenció-innovació-imitació*, com un conjunt d'interaccions econòmicament relacionades.

Quadre 1.3. Una sinopsi de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)

Invent	Definició i funcions	Implicacions tècniques i productives	Invents i innovacions associades
Ordinador amb finalitats generals ¹ (1946)	Dispositiu format per components de <i>hardware</i> (maquinari) i <i>software</i> (programari) que permeten processar dades de diverses classes.	Facilita la gestió de la informació. Estalvi de costos en l'administració i gestió de dades.	<i>UNIVAC-1</i> : primera versió comercial d'ordinador, que va tenir gran èxit en el processament de dades del cens dels EUA el 1950. <i>IBM 701</i> (1953). Ordinadors <i>mainframe</i> . <i>IBM 360/370</i> (1964): aquesta màquina permet a IBM el domini de la indústria dels ordinadors. Producció de terminals i superordinadors (1987).
Transistor (1947)	Dispositiu semiconductor provist de tres terminals capaces de generar accions especials com l'amplificació o la generació d'oscil·lacions. Més rapidesa de processament dels impulsos elèctrics en un sistema binari d'interrupció i pas.	Codificació de la lògica. Comunicació amb i entre màquines. Possibilitats d'interconnexió.	<i>Xips</i> (1957): superfície de silici integrada per milions de transistors, que formen un microcircuit d'escala microscòpica i que són un dispositiu molt eficient de processament. <i>Transistor de contacte</i> (1951). <i>Procés Planar</i> (1959): integració de components en miniatura amb precisió.
Circuit integrat (1957)	Circuit electrònic que integra tots els elements passius i actius per fer una funció.	Explosió tecnològica en la fabricació de semiconductors. Caiguda preus semiconductors.	Millores en la fabricació, disseny i integració dels xips. Desenvolupament del programari, dels disquets magnètics i dels terminals.
Commutador electrònic digital (1969)	Dispositiu amb base electrònica i transmissió digital, que permet un canvi de mètode de connexió o de control a qualsevol operació.	Permet la combinació de les tecnologies de node i d'enllaç. Obre les portes a la interconnexió entre ordinadors.	La vinculació amb el circuit integrat permet un augment de velocitat, potència i flexibilitat i l'estalvi d'espai, energia i treball. Desenvolupament de l'optoelectrònica (fibra òptica i transmissió per làser). De l' <i>RDSI</i> (<i>Xarxa digital de serveis integrats</i>) a l' <i>RDSI-BA</i> ² .

1. Tot i que els ordinadors, entesos com una *calculadora d'utilització universal de tipus digital*, van ser concebuts durant la segona guerra mundial, amb el *Colossus* britànic, el *Z-3* alemany i el *Mark-I* dels EUA, no va ser fins poc després de la guerra que l'esforç en electrònica del MIT i l'experimentació amb el poder de càlcul per part de l'exèrcit dels EUA van assentar les bases per la creació del primer ordinador amb finalitats generals: l'*ENIAC*: (*Electronic Numerical Integrator and Calculator*). Aquesta màquina pesava 30 tones, incorporava 70.000 resistències i 18.000 tubs al buit, a l'hora que ocupava la superfície d'un gimnàs. 2. D'una capacitat de transport de la RDSI de 144.000 bits sobre fil de coure els setanta hem passat a una capacitat de mil milions de bit sobre fibra òptica els noranta. Un altre exemple, el 1956 el primer cable telefònic transatlàntic era capaç de conduir 50 circuits de veu comprimits, mentre que el 1995 les fibres òptiques conduïen 85.000 circuits similars.

Quadre 1.3. Una sinopsi de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) (continuació)

Invent	Definició i funcions	Implicacions tècniques i productives	Invents i innovacions associades
Microprocessador (1971)	Unitat central de procés contiguda en un xip situat en una plaqueta generalment de silici. Integra un ordinador en un xip.	Flexibilitat total de la capacitat de processament d'informació. Augment de la potència dels xips ³ Massificació dels xips ⁴	Millores de materials, disseny, especialització i descens de preus dels xips. <i>Altair</i> (1975): caixa de càlcul en forma d'ordinador a petita escala amb un microprocessador. <i>Microprocessador Pentium Intel</i> (1993).
Ordinador personal Apple I i II (1976)	El conjunt format com a mínim per un xassis amb un circuit integrat i la <i>CPU</i> (<i>Central Processing Unit</i> ; o sigui el conjunt de xips que fan la funció de processador central d'un sistema informàtic), un teclat i un monitor. Es coneix com a PC. Fort augment de la potència i capacitat en relació inversa amb el seu preu.	A mesura que millora el rati capacitat/preu s'estén l'ús de l'ordinador a algunes activitats productives. Es desenvolupen els criteris d'usabilitat per permetre un major nombre d'usuaris, cosa que permet una extraordinària extensió dels usos productius dels ordinadors.	<i>IBM Personal Computer</i> (1981). <i>Ordinadors clònics</i> : PC de característiques, funcionalitat i rendiments similars als fabricats per marques reconegudes. Utilitzen components de diversos fabricants, amb un preu clarament inferior. <i>Macintosh d'Apple</i> (1984): el primer ordinador personal amb una informàtica pensada per l'usuari, a través de l'interfície basada en l'icona. Aquest desenvolupament es basa en <i>l'interfície d'ús gràfic –GUI–</i> (1983).
Software (1976)	Terme genèric que, en contraposició amb el hardware (maquinari), designa al conjunt de programes de diferent tipus (sistema operatiu i altres) que fan possible operar amb l'ordinador.	Es desenvolupa un sistema operatiu que fa més senzilla la interacció entre l'usuari i el maquinari. <i>Microsoft operating system</i> (1985). El soft permet no només la massificació productiva de l'ordinador, sinó que el seu ús s'estén a gairebé totes les dimensions de l'activitat humana.	Desenvolupament del sistema <i>Windows</i> (1995) i dels programaris de processador de textos, fulls de càlcul i bases de dades, entre altres. La integració del sistema operatiu <i>Windows</i> amb un conjunt de programari permet a Microsoft dominar el mercat mundial del Soft amb l' <i>Office</i> .

3. Generalment la potència dels xips es mesura a partir de tres característiques: la capacitat d'integració, de memòria i la velocitat del microprocessador. La capacitat d'integració s'indica per l'amplada mínima de les línies del xip, mesurada en *micres* (1 micra = 1 milionèsima part d'un metre). La capacitat de memòria és mesura en *bits*: milers (kbits) i milions (megabits). La velocitat del microprocessador és mesura en *megahertz*s. De les línies de 6,5 micres del primer processador del 1971 hem passat a 0,25 de micra amb el Pentium d'Intel. Dit d'una altra manera, dels 2.300 transistors del 1971 hem passat a prop de 40 milions el 1995. La *DRAM* (*Dynamic Random Access Memory*) ha passat de 1.024 bits el 1971 a 256.000.000 avui. Pel que fa a la velocitat, a mitjans dels noranta els microprocessadors de 64 bits eren 550 vegades més ràpids que el primer xip. Les previsions per al 2002 suggereixen uns xips de 0,18 micres, 1,024 megabits de capacitat DRAM i més de 500 megahertz de velocitat del microprocessador. 4. Des dels rentavaixelles i els microones, fins als automòbils, l'electrònica dels quals, en un model estàndard superava ja a meitats dels noranta el valor dels components d'acer. A tall d'exemple, avui un automòbil BMW porta uns 75 motors elèctrics, dels quals gran part incorporen xips. I encara més, tot i que ens avancem a la revolució de les telecomunicacions. Daimler-Benz, ja té a punt un cotxe preparat per a Internet i, a més, diverses empreses automobilístiques ja comercialitzen ordinadors de bord per ràdio que utilitzen satèl·lits de posicionament global (GPS) per a donar al conductor instruccions sonores que l'orienten sobre la seva destinació.

Quadre 1.3. Una sinopsi de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) (continuació)

Invent	Definició i funcions	Implicacions tècniques i productives	Invents i innovacions associades
Internet (1992-)	<p>L'agència ARPA (<i>Advanced Research Projects Agency</i>) del Departament de Defensa dels EUA va dissenyar un sistema de comunicacions invulnerable a un atac nuclear. El sistema va independitzar la xarxa <i>Arpanet</i> (1969) dels centres de control⁵.</p> <p>Apareix <i>Internet</i> com a agrupació de xarxes informàtiques interconnectades de tot el món que permet la comunicació de milions d'usuaris a tot el planeta.</p>	<p>Espectacular millora de les tecnologies de transmissió fins als 45 milions de bits per segon a l'actualitat.</p> <p>Creació dels protocols de comunicacions entre ordinadors: el <i>Protocol de Control de Transmissió (TCP)</i>, entre dos ordinadors principals i el <i>Protocol Inter-xarxes (IP)</i>, generant el famós TCP/IP.</p> <p>Adaptació dels protocols de comunicació a un sistema operatiu que permet l'accés entre ordinadors (<i>Unix</i>).</p> <p>Internet suposa la possibilitat de comunicació, obtenció i gestió de la informació i obre noves vies per al conjunt de l'activitat econòmica.</p>	<p>La combinació de la tecnologia de comunicacions, els nous protocols i sistemes operatius, juntament amb els avenços en processadors i informàtica, van permetre la connexió de xarxes a gran escala, així com les <i>xarxes d'àrees locals (LAN)</i>.</p> <p>Apareixen nous entorns com les <i>intranets</i> (xarxes internes de comunicació privada), noves formes de comunicació com el <i>correu electrònic</i> (encara avui l'aplicació més utilitzada d'Internet) i nous aparells de comunicació com el <i>Mòdem</i> i el seu protocol <i>Xmodem</i>, que permet l'ús de les línies telefòniques convencionals per a la transmissió d'Internet sense passar per un ordinador central.</p>
<p>Les millores de capacitat i d'usabilitat van permetre el desenvolupament de la <i>World Wide Web (WWW)</i> o la gran xarxa mundial, que va organitzar els <i>sites (locs)</i> per la seva informació i no per la ubicació, cosa que feia més fàcil la recerca d'informació. El nou sistema d'organitzar la informació en aquest entorn va ser l'<i>hipertext</i>, basat en vincles horitzontals d'informació, que amb els nous formats multimèdia van donar suport a un nou llenguatge, l'<i>HTML (Hiptertext Markup Language)</i> i el seu protocol de transferència (<i>HTTP: Hypertext Transfer Protocol</i>), amb un localitzador uniforme de recursos (<i>URL: Uniform Resource Locator</i>). Apareixen nous entorns i interfícies gràfiques i programes per a utilitzar Internet: <i>Mosaic, Nestcape (1994), Explorer, Adobe Acrobat, Frontpage</i>, etc. Nou software com <i>Java</i> i <i>Jini</i> van convertir a la xarxa en un sistema de procés de la informació. Els avenços en comunicacions que permet la banda ampla i la telefonia mòbil milloren notablement la usabilitat i ubiqüitat total d'Internet⁶.</p>			

5. Els primers quatre nodes de comunicació d'aquesta xarxa es van establir entre quatre centres universitaris: la Universitat de Califòrnia a Los Angeles i Santa Barbara, l'Stanford Research Institut i la Universitat de Utah, a més d'estar oberts a d'altres centres d'investigació que col·laboraven amb el Departament de Defensa. Tot i això, i com ha passat moltes altres vegades en la història de la tecnologia, els científics van començar a utilitzar la xarxes amb finalitats de comunicació, en el que seria l'embrió del correu electrònic. El 1983 es va dividir la xarxa entre els usos científics, que es va obrir a tota la comunitat i els usos militars (*Milnet*). Altres xarxes importants van ser la científica *Csnet* i la d'estudiosos de disciplines no científiques, *Bitnet*. Finalment, després de quedar obsoleta i de més de vint anys de funcionament *Arpanet* va ser clausurada el 28 de febrer del 1990. Després, *Nsfnet*, gestionada per la *National Science Foundation*, es va constituir com la columna vertebral d'aquest conjunt de xarxes agrupades ara sota el nom d'*Internet* (1992). Tot i això, les fortes pressions comercials van obrir la via de la seva privatització el 1995. Des d'aleshores diverses institucions desenvolupades en el si de la xarxa han intentat la seva coordinació i, tot i que, el 1998 es va crear una nova corporació reguladora (*IANA/ICANN*), que bàsicament s'encarrega de l'assignació de dominis a tot el món, no hi ha encara avui una autoritat clara en aquest entorn. 6. Els avenços en la fibra òptica transatlàntica permetien una capacitat de transmissió propera a 110 gigabits per segon el 2000, en comparació amb els 5 gigues per segon del 1993. Els avenços químics i biològics de la nanotecnologia semblen trencar amb els límits físics de la densitat dels xips de silici de manera que es podrien construir commutadors del tamany d'una molècula i emmagatzemar una capacitat informàtica cent mil milions de vegades més ràpides que el microprocessador Pentium.

Font: Elaboració pròpia a partir de Castells (2000), de Alarcón (2000), Puigjaner i Barceló (1999) i Norton (2001).

Un simple cop d'ull a l'esquema presentat més amunt ens porta a una primera conclusió de grans repercussions: “*estem davant d'un formidable conjunt d'interaccions tecnològiques que han assentat les bases d'un canvi substancial en les relacions econòmiques de les societats modernes*”. Què ens interessa destacar, des del punt de vista de l'anàlisi econòmica d'aquest ventall d'innovacions?. Un breu repàs a la història d'aquestes tecnologies segurament ens ajudarà en el nostre propòsit.

Seguint un ordre cronològic hem de començar amb la introducció a l'activitat econòmica de les *tecnologies de la informació*, enteses com les tecnologies derivades de la informàtica¹⁹ i la microelectrònica²⁰. El nostre punt de partida²¹ és l'aparició del primer *ordinador electrònic*²², l'ENIAC (*Electronical Numerical Integrator and Calculator*), el 1946. Com assenyalen Puigjaner i Barceló (1999) les seves dimensions: “*era un monstre de 30 tones, amb més de 18.000 tubs electrònics i ocupava tot un pis de la Moore School. Consumia prop de 200 kW i, segons diu la llegenda, feia que tot el barri oest de Philadelphia notés un parpelleig lluminós quan se'l posava en marxa*” i llur capacitat de càlcul: “*L'ENIAC feia en una sola hora el treball de dos mesos de l'equip de dos-cents calculistes del Ballistic Research Labs, que va ser qui en va impulsar la creació*” eren extraordinàries. Amb tot, a aquest ordinador li faltava un element per ésser considerat com a modern. Es tracta de l'*arquitectura Von Neumann*, és a dir, un programa que prèviament ha estat emmagatzemat a la memòria central de

19. El terme *informàtica* s'introdueix al món de parla hispana, i també al català, a partir del terme francès “*informatique*”, que Philippe Dreyfus va emprar per primera vegada el 1962. Aquest terme l'utilitzem per a designar el “*tractament automàtic de la informació*” a partir d'una nova eina, que anomenem *ordinador*.

20. El terme *microelectrònica* designa a “*les tecnologies de molt petita dimensió que s'apliquen a la conducció elèctrica, a través de gasos, semiconductors i el buit*”.

21. Tot i que, com assenyala Mahoney (1988) “*la història de la informàtica sovint es fa des de dins, al marge de la història més general de la tecnologia*”, hi ha diverses obres que tracten aquesta temàtica. M'agradaria destacar els treballs del mateix Mahoney a la revista *Annals of the History of Computing*, apareguda el 1979 i editada per l'AFIPS (*American Federation of Information Processing*), el de Braun i Macdonald (1982), la sèrie de llibres de Forester i la història de la informàtica més recent de Ceruzzi (1998). A casa nostra ressalten els treballs seminals de Ton Sales (1980). Un treball addicional que mereix ésser subratllat és el de McClellan i Dorn (1999), en el qual s'insereix la revolució informàtica en el context de la dinàmica de la ciència i la tecnologia a la història mundial.

22. Igual que la resta d'invents que han marcat l'activitat econòmica posterior, l'ordinador entès com un *calculador d'utilització universal*, primer amb base analògica (tecnologia de presentació de la informació de manera seqüencial i contínua) i després amb base digital, té un conjunt de precursors. La *necessitat de càlcul sense errors* ja fa molt temps que, per qüestions evidents, preocupa a l'home. Una prova d'aquesta preocupació és l'*àbac*, amb més de cinc mil anys d'antiguitat, i ja més recentment el *logaritmes i la regla de càlcul* de Napier (1614), la *màquina aritmètica o pascalina* de Pascal (1642) o la *calculadora universal* de Leibnitz (1694), que va introduir, per primera vegada, una notació binària de xifres per a simplificar el càlcul. Més tard aquesta notació seria represa i millorada per un matemàtic anglès, George Boole (1859), que formalitzaria la representació dels elements binaris amb zeros i uns. Charles Babbage (1835) va fer un altre salt endavant en la història de la informàtica, ja que amb la seva *màquina analítica* va assentar les bases dels instruments de càlcul moderns, amb la utilització de targetes perforades, nocions de programari i seqüències de control. El 1886 Herman Hollerith s'enfrontava a un problema greu: el cens de població dels EUA del 1880 encara no estava processat del tot. A més, l'onada d'immigració de l'època augurava greus dificultats de processament de la informació i es dubtava que el cens del 1890 estés tabulat el 1900. Davant d'aquest problema, Hollerith va idear una màquina anomenada *tabuladora*, que es basava en un sistema format per una lectora elèctrica de targetes perforades, una classificadora i una unitat tabuladora (d'aquí el seu nom) que sumava i imprimia els resultats. Els resultats van ser espectaculars, la capacitat de càlcul va escurçar en set anys les previsions i en només tres anys s'havia tabulat el cens del 1890. A més, aquest antecedent directe de l'ordinador, que havia reduït espectacularment el marge d'error del càlcul, va començar a ser utilitzat pel treball de gestió administrativa, fent aparèixer empreses que el comercialitzaven. Una d'elles es deia IBM. Per arribar al primer ordinador electrònic només ens falta un pas, la consideració de les *primeres màquines electromecàniques*, com el *Mark-I*, dissenyat per Howard Aiken a Harvard, conjuntament amb IBM, el 1937.

l'ordinador. El 1951, amb aquesta nova arquitectura i el bagatge de l'ENIAC, Eckert i Mauchly van crear l'*UNIVAC-1 (Universal Automatic Calculator)* que, després d'èsser utilitzat en el cens del 1951, es va instal·lar a una empresa privada, per primera vegada, el 1953²³. Aquesta primera generació d'ordinadors es va veure clarament superada per la introducció a la indústria informàtica d'una nova descoberta el 1947, el *transistor*. Aquest nou dispositiu semiconductor²⁴, que permetia la generació o amplificació d'oscil·lacions i que va assentar les bases per a la codificació de la lògica i per a la comunicació entre màquines, va augmentar espectacularment la potència de càlcul i de processament d'informació, donant lloc als *ordinadors de segona generació*²⁵. El següent salt endavant de la informàtica, el va protagonitzar la incorporació del *circuit integrat* (1957) a la tecnologia de les computadores. L'aplicació d'aquest circuit electrònic va permetre la incorporació als ordinadors dels mòduls semiconductors de silici integrats per milions de transistors, més coneguts com a *xips* (1957). Amb la incorporació d'aquests dos nous elements, començava *l'era de la microelectrònica*, que defineix la *tercera generació d'ordinadors*²⁶.

Per continuar amb l'ordre cronològic, hem d'aturar la nostra descripció de l'evolució informàtica i destacar una descoberta amb aplicació al món de les comunicacions que, com veurem més endavant, també ha influït, i molt, en el desenvolupament conjunt de les tecnologies de la informació i la comunicació. Es tracta del *commutador electrònic digital* (1969). Aquest dispositiu, amb base electrònica i transmissió digital, permet la combinació de les tecnologies de node (entre el maquinari i el programari de l'ordinador) i d'enllaç (entre diversos ordinadors) i va obrir les portes a la interconnexió entre ordinadors. A més, la seva vinculació amb el circuit integrat va augmentar espectacularment tots els registres dels ordinadors, a l'hora que va permetre el desenvolupament de l'optoelectrònica (la fibra òptica i la transmissió per làser).

Fet aquest incís temporal, podem avançar en el desenvolupament de la indústria informàtica. El proper pas ve definit per la descoberta (1969) i la incorporació (1971) del *microprocessador* als ordinadors, que assentaria les bases de la *microinformàtica*, en contraposició amb les grans dimensions dels ordinadors existents fins al moment²⁷. Aquesta

23. IBM també va abandonar l'arquitectura de les tabulacions clàssiques i el mateix any va posar al mercat l'*IBM-701*. Començava així un desenvolupament frenètic de la indústria informàtica, que va donar lloc a ordinadors de diverses generacions, la primera de les quals, basada en els *tubs electrònics*, la formaven les màquines del tipus *UNIVAC*.

24. Element que condueix imperfectament la corrent elèctrica, ja que la seva conductivitat augmenta amb la temperatura i la presència d'impureses, al contrari del que succeeix amb els conductors metàl·lics.

25. Els primers ordinadors de segona generació, basats en el *transistor*, van aparèixer el 1959 i ben aviat es van comercialitzar. Destaquen l'*IBM-7090* (1960) i l'*UNIVAC-1107* (1963). Aquests tipus d'ordinadors incorporaven també elements d'emmagatzematge de la informació en forma magnètica (primer en cintes magnètiques i després en discs), tot i que el procés d'entrada/sortida de la informació es continuava fent amb targetes perforades i impressores.

26. L'exemple més conegut d'aquesta nova generació d'ordinadors, basats amb tecnologia en estat sòlid i amb els circuits integrats, segurament és l'*IBM 360/370*, que es va començar a comercialitzar el 1964 i que va permetre a aquesta empresa el domini monopolístic del mercat informàtic. Altres trets característics d'aquesta tercera generació són el desenvolupament de diverses tecnologies d'integració, que permetien un creixement exponencial dels components per circuit integrat, els inicis del desenvolupament del programari, la substitució de les targetes perforades pels disquets magnètics i la incorporació en massa de terminals.

27. El desenvolupament de la microinformàtica no va estar exempt de polèmica. De fet, va trobar moltes reticències en els propis professionals de la informàtica que es regien amb la *lleï de Grosch*, segons la qual la potència i el rendiment d'un ordinador evolucionava amb l'augment del quadrat del seu cost.

“unitat central de procés continguda en un xip - situat en una plaqueta, generalment de silici”²⁸, va impulsar el procés de miniaturització i, juntament amb els augments de memòria²⁸, de la flexibilitat i la massificació dels xips. De fet, tots els tres components que generalment mesuren la potència del xip: la capacitat d'integració (indicada per l'amplada mínima de les línies del xip i mesurada en micres: una milionèsima part d'un metre), la capacitat de memòria (mesurada en bits, o en milers de bits, kbits, o en milions de bits, megabits) i la velocitat del microprocessador (mesurada en megahertz), van presentar augments espectaculars. Aquests nous microprocessadors, cada vegada més potents, van ser introduïts a la informàtica de la mà d'un nou ordinador, l'Altair (1975) que, bàsicament, era una caixa de càlcul que incorporava un microprocessador²⁹ i que va ser un dels precursors dels ordinadors personals tal i com els entenem ara: “un conjunt format com a mínim per un xassís amb un circuit integrat i la CPU (Central Processing Unit, o el conjunt de xips que fan la funció de processador central del sistema), un teclat i un monitor”. Dos ordinadors personals destaquen per sobre dels altres: l'Apple I i II (1976) i l'IBM Personal Computer (1981).

És en aquest punt del desenvolupament de la informàtica, a finals de la dècada dels setanta i principis dels vuitanta, que hem de destacar un altre punt d'inflexió, amb la introducció del *software* o *programari*³⁰ (1976) entès, en contraposició al *hardware* o *maquinari*, com: “el conjunt de programes de diferent tipus (des dels sistemes operatius, fins als processadors de textos, fulls de càlcul, bases de dades i altres) que fan possible a l'usuari operar amb l'ordinador”. De fet, el desenvolupament del programari, des dels primers sistemes operatius com el DOS (*Disk Operating System*) fins a la utilització de la interfície d'ús gràfica –GUI- (1983) i l'ús del *mouse* o *ratolí*, van permetre a Apple contrarestar el poder de mercat del PC d'IBM. L'aparició del *Macintosh* (1984), o el que és el mateix, el primer ordinador personal amb una informàtica fonamentada en la interfície d'ícones i pensada totalment per a l'usuari va suposar un canvi molt rellevant en el món de la informàtica. Mentrestant, una nova empresa, Microsoft, comercialitzava el 1985 un nou sistema operatiu, l'*MS-DOS*, que, més tard, evolucionaria cap a les diferents versions de *Windows*. Aquest sistema operatiu, per la seva facilitat d'ús i per la integració de programaris bàsics, com el processador de textos *Word*, la fulla de càlcul *Excel*, la base de dades *Acces* i l'aplicació de presentacions *Powerpoint*, entre d'altres, permetria a Microsoft el domini del mercat mundial

28. Des del primer microprocessador *Intel-4004*, d'una capacitat de memòria de 4 bits (la unitat d'informació digital més petita, que no pot ser dividida en elements menors; o sigui només pot tenir dos estats 1 o 0, encès o apagat, o dit d'una altra manera, presència o absència de corrent elèctrica), ràpidament es va generar una competència ferotge entre diverses empreses que, a finals dels setanta, ja produïen microprocessadors de 32 bits. Aquest augment de les prestacions dels microprocessadors no ha fet més que augmentar durant els anys posteriors.

29. De seguida aquesta vinculació del microprocessador amb els ordinadors va generar una frenètica activitat innovadora, amb diversos ordinadors presentats, com el *Micral* (autèntic precursor dels ordinadors personals, comercialitzat el 1972), l'*Altair-6800* (1971), el *PET-2001* (1977) i el *VIC-20* (1981). Tot i això, la imatge del primer ordinador personal és el de l'*Apple I i II* (1976), contrarestat per l'*IBM Personal Computer* el 1981. És en aquesta època que apareixen també els ordinadors personals que a la gent de la meua generació li resultaran familiars, entre d'altres coses perquè amb ells ens vam iniciar en el món de la informàtica. Es tracta, entre d'altres, del *Comodore-64* (1983), l'*Spectrum-48* i l'*Amstrad-128*.

30. L'evolució del programari sempre ha anat en paral·lel amb la del maquinari. Ja en els inicis de la informàtica els llenguatges de programació d'alt nivell, com el *Fortran* (1957), l'*Algol* (1958) o el *Cobol* (1960), així com els sistemes operatius: “el conjunt de programes fonamentals per al funcionament d'un ordinador, que consten d'una biblioteca de programació, un carregador d'aplicacions i un gestor de fitxers”, van evolucionar en sintonia amb les majors capacitats del maquinari.

del programari³¹, a través del seu sistema operatiu *Windows* i la seva combinació de programes *Office*.

Ja hem assenyalat més amunt la importància del *commutador electrònic digital* com a punt de partida de les *telecomunicacions modernes*³². Entenem per telecomunicacions “*tota transmissió, emissió o recepció de signes, senyals, escrits, imatges, sons o informacions de qualsevol naturalesa per fil, radioelectricitat, mitjans òptics o altres sistemes electromagnètics*”. És fàcil veure que aquesta definició comprèn tot tipus de comunicació a distància mitjançant qualsevol conductor de senyals. Ara bé, des de la nostra perspectiva, la “*veritable revolució de les comunicacions modernes comença quan aquests conductors de senyals es basen en la digitalització*”. Dit d'una altra manera, podem datar l'inici de les telecomunicacions modernes quan s'introdueix el commutador electrònic digital (1969) en els sistemes de transmissió de senyals³³, és a dir, amb l'aparició de les *telecomunicacions digitals*. Aquest dispositiu, que permet un canvi de mètode de connexió o de control a qualsevol operació, va obrir les portes a la interconnexió entre ordinadors, al desenvolupament de l'optoelectrònica (comunicacions per fibra òptica i transmissions per làser) i a l'aparició de les xarxes de comunicació amb base digital, entre les quals destaquen l'*RDSI (Xarxa Digital de Serveis Integrats)* i la *RDSI-BA (RDSI de Banda Ampla)*.

Un element addicional a destacar en l'evolució de les telecomunicacions digitals és, com assenyala Majó (1997): “*la unificació dels codis per mitjà dels quals es transmet la informació*”. En efecte, un element bàsic perquè l'intercanvi de comunicació sigui possible és el fet que hi ha d'haver una convenció respecte al codi de transmissió de la informació. Doncs bé, la combinació de les millores tecnològiques a les comunicacions i a la informàtica han permès una dinàmica convergent en els codis de transmissió de la informació que, amb la introducció del sistema binari³⁴, s'han tornat digitals (vegeu el quadre 1.4).

31. Tot i que encara queden alguns usuaris d'aplicacions com el WordPerfect o el Lotus, el domini de Microsoft en sistemes operatius i en les aplicacions informàtiques més corrents és aclaparador.

32. La necessitat de comunicació és inherent, com a ésser social que és, a la història de l'home. Ja fa molts milers d'anys que un dels reptes de totes les civilitzacions ha estat la voluntat de comunicació salvant les distàncies espacials i temporals. Els instruments primitius de telecomunicació com les campanes, els tambors, els tam-tams, les senyals de fum, etc, no són res més que el resultat d'una necessitat de comunicació a distància. Ara bé, no va ser fins a finals del segle XIX, quan amb l'aparició del telègraf i del telèfon, que es van començar a cobrir eficientment aquestes necessitats.

33. De fet, la digitalització s'ha introduït, amb més o menys rendiment (tècnicament està provat que la capacitat de transmetre senyals lluminosos a través del cable de fibra òptica és molt superior a la capacitat de transmetre impulsos elèctrics amb el cable de coure), a alguns dels elements de connexió més habituals, ja siguin *materials* o *immaterials*. Entre els primers hi trobem els *parells trenats*: el *cable elèctric o telefònic*, generalment dos cables de coure aïllats l'un de l'altre, que transmeten ones electromagnètiques, el *cable coaxial*: amb un nucli metàl·lic conductor, generalment de coure, cobert amb algun aïllant, que també transmet ones electromagnètiques i la *fibra òptica*: un tub amb un nucli central molt fi de vidre o de coure que té un índex de refracció molt gran i que transmet impulsos lluminosos. És el mitjà més utilitzat per la transmissió digital. Entre els enllaços *immaterials*, és a dir, sense connexió continua destaquen, les *microones*, que utilitzen l'espai aeri com a mitjà de transmissió i es basen amb unes estacions amb una antena parabòlica i uns circuits que connecten amb el terminal de l'usuari i els *satèl·lits*, que es caracteritzen pel fet que l'antena parabòlica està situada en un satèl·lit, que actua com a reflector o repetidor de les senyals. Un indicador significatiu. Al conjunt de països de l'OCDE el percentatge de línies de telefonia digital (fixa i mòbil) sobre el total era del 94% el 1999.

34. Ja hem assenyalat en alguna altre ocasió que el bit és la unitat d'informació digital més petita i que no pot ésser dividida en elements menors, de manera que només pot tenir dos estadis, zeros o uns, encès o apagat, o amb o sense corrent elèctrica. Doncs bé, aquesta unitat és la base del sistema de *numeració binària*. Aquest sistema de

Quadre 1.4. La digitalització dels tipus d'informació i dels codis de comunicació

Tipus d'informació/codis	Veu	Música	Text	Dades	Imatge fixa	Imatge mòbil
Codi natural	Freqüències acústiques	Freqüències acústiques	Alfabet	Sistema de numeració	Freqüències lluminoses	Freqüències lluminoses
Codi electrònic						
Ràdio (1920-)	Freqüències electromagnètiques	Freqüències electromagnètiques				
TV (1940-)	Freqüències electromagnètiques	Freqüències electromagnètiques			Freqüències electromagnètiques	Freqüències electromagnètiques
Ordinador (1950-)	Freqüències electromagnètiques	Freqüències electromagnètiques	Bits	Bits	Freqüències electromagnètiques	Freqüències electromagnètiques
Telèfon digital (1980-)	Bits	Bits	Bits	Bits	Bits	Freqüències electromagnètiques
TV digital (1990-)	Bits	Bits	Bits	Bits	Bits	Bits

Font: Reproduït de Majó (1997).

Seguint amb la digitalització de les xarxes de comunicació hem de destacar l'exemple paradigmàtic, més ben dit, un dels punts d'arribada, de les tres revolucions³⁵ que s'han posat en marxa a les darreres dècades del segle XX. Ens referim a *Internet: "l'agrupació de xarxes informàtiques interconnectades de tot el món que permet la comunicació de milions d'usuaris de tot el planeta"*. Igual que amb la resta d'evolucions tecnològiques farem una mica d'història³⁶. Els inicis d'Internet estan estretament vinculats amb el complex militar i industrial dels EUA. De fet, a finals de la dècada dels seixanta l'agència del Departament de Defensa dels EUA, l'ARPA (*Advanced Research Projects Agency*) va dissenyar un sistema de comunicacions que es volia invulnerable a un atac nuclear, de manera que es va donar funcionalitat a "una xarxa digital i reticular capaç de comunicar els seus nodes sense utilitzar els centres de control". Tot i la rellevància de la seva missió inicial els investigadors i científics connectats, bàsicament alguns centres universitaris i col·laboradors del Departament de Defensa, van començar a emprar la xarxa per d'altres finalitats comunicatives - menys

numeració, que només té dos xifres, el 0 i l'1 (en contraposició amb les nou xifres del sistema decimal), estableix el valor de la posició d'acord amb les potències de dos: 1,2,4,8,16... Segons aquest sistema un nombre serà una successió de zeros i uns i el seu valor total s'obindrà multiplicant els uns pel valor de la seva posició. A tall d'exemple 1011 serà $1 \times 8 + 0 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1 = 11$. De fet, aquest és el sistema que utilitza l'escriptura informàtica de tot tipus i l'element clau de la senyal digitalitzada, fonament de la telecomunicació digital. A tall de recordatori, cal assenyalar la diferència amb un byte, terme anglès que fa referència a vuit bits, que representen un caràcter.

35. De fet, l'explicació dels desenvolupaments tecnològics de la *informàtica*, de la *microelectrònica* i de les *telecomunicacions* té una clara raó de ser: *tots tres han assentat les bases i han confluït en la generació i desenvolupament de l'exemple paradigmàtic d'aquest nou tipus d'economia i societat que s'albira*. Com no podria ser d'una altra manera ens referim a *Internet*. Diem assentar les bases i confluïr perquè, igual que ja ha passat altres vegades a la història de la tecnologia, els propòsits inicials d'aquesta xarxa de comunicacions s'assemblen molt poc al que realment ha acabat essent. Com assenyala Castells (2000): "La creació i el desenvolupament d'Internet a les tres últimes dècades del segle XX es deriva d'una combinació única d'estratègia militar, cooperació de grans projectes científics, esperit empresarial tecnològic i innovació contracultural".

36. A banda de la ja citada obra de Castells (2000), una bona perspectiva de l'evolució d'Internet és la de Naughton (1999). Un bon resum de la història d'Internet és el de Leiner, Cerf i altres (2000), que està accessible, amb d'altres documents similars, a la pàgina web de l'Internet Society (www.isoc.org). Per una visió general de les dimensions econòmiques i socials d'Internet vegeu Cebrián (1998). Dos bons compendis dels canvis que les TIC, en general, i Internet, en particular, generen sobre la localització de l'activitat econòmica són el de Castells i Hall (2001) i el de Leamer i Storper (2001).

transcendents -, de manera que, després de diverses divisions i de quedar obsoleta, la xarxa *Arpanet*, inaugurada l'1 de setembre del 1969, es va clausurar el 28 de febrer del 1990. Després d'un període vacil·lant i sota la gestió de la *National Science Foundation (NSC)* el 1992 un conjunt de xarxes es van agrupar sota el nom d'*Internet*, que més endavant, el 1995 seria privatitzada. Al desenvolupament de les tecnologies de transmissió, des dels 56.000 bits per segon d'*Arpanet* fins als més de 45 milions de bits per segon de mitjats de la dècada dels noranta, cal afegir-hi un conjunt d'innovacions, que canviarien la fesomia de la xarxa. El primer pas va ser l'establiment d'un protocol de comunicacions entre ordinadors. A partir dels treballs seminals de principis dels setanta, es va especificar un *Protocol de Control de Transmissió* en dues parts: la primera entre ordinadors principals (*TCP*) i la segona entre dues xarxes (*IP*), donant lloc al protocol *TCP/IP*, que a principis dels vuitanta ja s'havia convertit en l'estàndard de comunicacions als EUA. A més, es va avançar en l'adaptació d'aquests protocols a un sistema operatiu (*Unix*), que permetia l'accés entre ordinadors. De fet, la combinació de les innovacions en comunicacions, els nous protocols i sistemes operatius, juntament amb els avenços en processadors i informàtica, van permetre la connexió de xarxes a gran escala, així com l'aparició de les *xarxes d'àrees locals*, les *LAN*. Aquests avenços van donar forma a nous entorns, com les *intranets* (xarxes internes de comunicació privada), noves formes de comunicació, com el *correu electrònic* i nous aparells de comunicació, com el *mòdem* i el seu protocol *Xmodem*. D'aquesta manera arribem a principis de la dècada dels noranta quan, precisament, l'any de la seva aparició, el 1992, l'aposta electoral del tàndem Clinton-Gore per al desenvolupament de les *autopistes de la informació*³⁷ va suposar un nou salt endavant en la història d'*Internet*. Com assenyala Eva Méndez al llibre compilat per Mercedes Caridad (1999): “*Tot aquest canvi social, el motor del qual és la tecnologia i Internet, es basa en la informació com a recurs econòmic i cultural, per això, l'administració Clinton ha desenvolupat una veritable Política de la Informació Federal per als EUA fonamentant la seva estratègia en la innovació, la competitivitat i l'ocupació*”. De fet, el 1993, una vegada guanyades les eleccions, l'administració Clinton-Gore va liderar la posada en marxa d'una *nova política d'informació*³⁸ a través del pla de la *Infraestructura Nacional d'Informació (National Information Infrastructure, NII)*³⁹ que, ben aviat, es convertiria en el pla

37. Albert Gore va emprar aquest concepte a la campanya electoral dels EUA el 1992 per a designar “*la convergència de les tecnologies de la informació i la comunicació*”. Es pretenia una similitud amb un altre projecte de dimensions similars: l'enllaç de les autopistes interestatals, que va posar en marxa unes dècades abans l'administració Eisenhower.

38. En el document que es considera l'inici d'aquesta nova política d'informació que, a banda de finançar la investigació bàsica d'agències governamentals com el Departament de Defensa, la NASA i d'altres, volia estimular el desenvolupament i la innovació del sector privat, Clinton i Gore (1993) afirmen: “*invertir en tecnologia es invertir en el futur d'Amèrica. La tecnologia americana ha de moure's en una nova direcció per a construir una economia forta i fomentar el creixement econòmic*”. En concret destaquen quatre aspectes: Primer: “*la clau perquè els EUA siguin competitius, mirin el futur i s'apropiïn d'ell és la tecnologia: no hi ha competitivitat sense desenvolupament tecnològic*”. Segon: “*el país que pugui encapçalar la revolució de la informació serà més poderós. En un futur previsible, aquest país serà els EUA*”. Tercer: “*No hi ha innovació sense tecnologia. Els països que no incrementin la seva tecnologia estancaran el seu desenvolupament en la nova Era de la Informació*”. I, quart: “*Les noves tecnologies no només possibiliten el creixement i l'ocupació, sinó que, a més, seran la pedra angular de tot el que esdevingui en el proper mil·lenni*”.

39. L'instrument principal d'aquesta política era “*la creació d'una infraestructura nacional amb gran capacitat per el transport de dades i que permetés el desenvolupament i la interconnexió d'aplicacions telemàtiques d'altres prestacions*” i l'objectiu fonamental: “*fomentar el desenvolupament econòmic i incrementar el lideratge mundial dels EUA en aquest sector*”. La intenció d'aquest programa, doncs, era estendre al conjunt de la societat dels EUA els avantatges d'*Internet* en el camí cap a la societat de la informació. Aquesta intenció es concretava en sis punts. Primer, “*reforçar el creixement econòmic, la productivitat i l'ocupació i mantenir el lideratge tecnològic dels*

de la *Infraestructura Global d'Informació (Global Information Infrastructure, GII)*⁴⁰. Aquesta iniciativa, juntament amb el *llibre blanc de Delors* (1993) i l'*informe Bangeman* (1994), en el marc de la Unió Europea, així com la *conferència del G7 sobre la societat de la informació* (1995), van assentar les bases institucionals per al desenvolupament d'Internet. Ara bé, tot i que el marc institucional ja estava posat, encara faltaven alguns desenvolupaments tècnics per arribar a l'Internet que coneixem avui. El principal escull que havia de superar la xarxa just a l'inici de la dècada dels noranta era, precisament, la qüestió de la *usabilitat*. El professor Castells (2000) ho resumeix acuradament: “Tot i això, el 1990 Internet encara era molt difícil d'utilitzar per el no iniciat. Tenia una capacitat molt limitada de transmissió de gràfics i era summament difícil de localitzar i recuperar la informació”. De nou, un conjunt de desenvolupaments tècnics van solucionar la situació. El disseny d'una nova aplicació, la *World Wide Web (WWW o la gran xarxa mundial)* va permetre l'organització dels *sites (llocs d'Internet)* per la informació que contenien i no per la seva ubicació, cosa que diluïa, en gran mesura, el problema de l'organització de la informació. Una nova forma d'organització dels entorns de xarxa, l'*hipertext*, basat en vincles horitzontals d'informació, juntament amb els nous suports multimèdia va originar un nou llenguatge, l'*HTML (Hypertext Markup Language)*, amb un nou protocol de transferència, l'*HTTP (Hypertext Transfer Protocol)* i amb un nou localitzador uniforme de recursos, l'*URL (Uniforme Resource Locator)*, també van millorar notablement la usabilitat d'Internet. D'altra part, l'aparició de nous interfícies gràfiques i programes per a usar Internet com, per exemple, els navegadors *Mosaic, Netscape, Explorer* i els programes *Java, Jini, Acrobat*, etc, van solucionar el problema de la utilització i van convertir Internet amb el que és avui, una *plataforma global de comunicació i un sistema de procés d'informació*. Per últim, i ja a finals de la dècada dels noranta, nous desenvolupaments de les TIC, com la *tercera generació de telèfon mòbil*, la *xarxa de banda ampla*, *Internet2*, la continua millora del rendiment dels ordinadors, amb la *nova orientació nanotecnològica en la fabricació de xips*, els nous programes i plantilles d'Internet, i molts d'altres, així com una extensió progressiva dels seus usos, el desenvolupament de l'*enginyeria genètica*, de les *xarxes neuronals* i de l'*intel·ligència artificial*, també entre d'altres, auguren la continuació d'aquesta revolució basada en les TIC i que té amb Internet el seu exemple paradigmàtic⁴¹. Tot i que es fa difícil una avaluació de la penetració de les TIC, entre

EUA”. Segon, “*reduir els costos dels serveis de salut i incrementar la qualitat del seu servei*”. Tercer, “*promoure el desenvolupament de la tecnologia de xarxa per als ciutadans, la difusió de la informació governamental i l'accés universal*”. Quart, “*incrementar la productivitat de la investigació incorporant l'accés remot als instruments científics i consolidar la col·laboració científica*”. Cinquè, “*promoure l'aprenentatge al llarg de tota la vida, veritable element de competitivitat*”. I, sisè, “*crear un govern que treballi millor i costi menys, desenvolupant un sistema electrònic per distribuir tots els beneficis, així com tots els seus serveis i informacions*”.

40. Pocs mesos després de la posada en marxa de la NII, l'administració Clinton-Gore va veure que era impossible limitar el desenvolupament de la infraestructura de la informació a les fronteres dels EUA i, encara més, es veia aquest pla com una qüestió d'interès global. D'aquesta manera, el març del 1994 i en el marc d'una reunió de la Unió Internacional de Telecomunicacions (ITU) a Buenos Aires, Gore va llançar la idea d'estendre la política duta a terme pels EUA al conjunt del planeta: “*el requisit essencial per un desenvolupament sostenible de tots els membres de la família humana és la creació de la Xarxa de Xarxes. Aquestes superautopistes o, amb més precisió, xarxes d'intel·ligència distribuïda, ens permetran compartir informació, connectar-nos i comunicar-nos com una comunitat global. D'aquesta interconnexió en sortiran un progrés econòmic robust i sostenible, democràcies fortes, millors solucions per als reptes ambientals globals i locals i –finalment– un major sentit de govern compartit al nostre petit planeta. (...) El desenvolupament de la GII ha d'ésser un esforç cooperatiu entre els governs i les persones. No pot dictar-se o construir-se per una sola nació. Ha d'ésser un esforç democràtic*”.

41. De fet, molts dels estudiosos de la revolució de les TIC semblen estar d'acord que estem només a les beceroles d'un profund canvi de les relacions econòmiques i socials, que tindran varies fases. En paraules del professor

d'altres coses per l'heterogeneïtat de fonts d'informació i per la clara necessitat d'aprofundir en l'obtenció de dades primàries que ens apropin als usos d'aquestes tecnologies, a tall d'il·lustració destaquem els indicadors del quadre 1.5.

Quadre 1.5. Alguns indicadors d'evolució de les TIC. 1990-2000

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 ¹
<i>Ordinadors personals: PC's per cada 100 habitants</i>											
Alemanya	9,0	9,8	10,9	12,5	15,1	17,8	20,9	23,9	27,9	29,7	32,0
Espanya	2,8	3,3	3,8	4,3	4,9	6,1	7,9	9,7	10,9	11,9	34,0
EUA	21,7	23,4	25,3	27,2	29,7	32,8	36,4	40,7	45,9	51,7	n.d.
Finlàndia	10,0	11,3	12,9	14,2	15,9	23,2	27,3	31,1	34,9	36,0	45,0
França	7,1	7,4	10,8	11,7	13,5	14,7	16,2	19,4	23,2	26,7	29,0
Itàlia	3,6	4,6	5,5	6,1	7,2	8,4	9,2	11,3	17,4	19,2	35,0
Japó	6,0	6,5	6,9	7,8	9,2	12,0	16,2	20,2	23,7	28,7	n.d.
Noruega	n.d.	14,5	16,2	18,9	22,9	27,3	31,7	36,0	40,5	44,7	n.d.
Regne Unit	10,8	12,5	14,5	16,5	17,0	20,1	21,6	23,9	26,8	30,3	36,0
Suècia	10,5	12,7	13,8	14,9	18,1	24,9	29,4	33,9	39,5	45,1	56,0
<i>Línies telefòniques principals: número de línies telefòniques per cada 100 habitants</i>											
Alemanya	-	43,8	43,7	45,5	47,6	51,3	53,8	55,1	56,7	59,0	60,1
Espanya	-	34,1	35,3	36,5	37,5	38,5	39,2	40,3	41,4	41,0	42,1
EUA	-	55,2	56,1	57,4	58,9	60,7	62,2	64,4	66,5	67,3	n.d.
Finlàndia	-	54,0	54,2	54,4	54,9	54,3	55,4	55,6	55,3	55,2	54,7
França	-	51,1	52,6	53,8	55,0	56,0	56,7	57,9	58,4	58,2	58,0
Itàlia	-	40,7	41,7	42,4	42,8	43,3	44,0	44,8	45,3	46,2	n.d.
Japó	-	45,4	46,3	47,1	48,5	49,6	50,9	52,1	53,3	55,8	n.d.
Noruega	-	51,4	52,8	54,0	55,2	56,7	58,9	61,9	66,0	70,9	72,9
Regne Unit	-	44,8	45,7	47,0	48,5	50,2	52,2	54,0	55,4	56,7	n.d.
Suècia	-	68,9	68,2	67,6	67,7	68,0	68,2	67,9	67,4	66,4	68,2
<i>Abonats al servei de telefonia mòbil cel·lular: número d'abonats per cada 1.000 habitants</i>											
Alemanya	3,8	7,0	12,0	21,8	30,5	45,5	67,2	100,9	169,6	285,7	-
Espanya	1,4	2,8	4,6	6,6	10,5	24,1	76,3	110,3	179,1	306,0	-
EUA	21,1	29,9	43,2	62,0	92,6	128,4	165,9	206,5	256,1	315,5	-
Finlàndia	51,6	63,5	76,4	96,3	132,5	200,7	292,7	420,2	571,1	651,2	-
França	5,0	6,6	7,6	10,0	15,3	22,5	42,4	99,9	192,0	365,6	-
Itàlia	4,6	10,0	13,8	21,2	39,1	68,4	111,9	204,6	357,2	528,3	-
Japó	7,0	11,1	13,8	17,1	34,6	93,3	213,8	303,2	374,0	449,4	-
Noruega	46,3	54,8	65,8	85,9	135,3	224,6	287,1	379,5	473,8	612,9	-
Regne Unit	19,4	21,8	26	39,0	67,5	97,9	123,3	149,8	251,2	456,9	-
Suècia	53,7	65,7	75,5	88,6	156,6	227,2	281,8	358,2	464,0	582,9	-
<i>Llars abonades al servei de TV per cable: percentatge sobre el total de llars</i>											
Alemanya	-	-	-	-	-	42,8	44,8	46,2	47,2	49,1	-
Espanya	-	-	-	-	-	3,3	3,6	3,9	3,9	4,3	-
EUA	-	-	-	-	-	63,6	64,9	65,3	64,4	65,2	-
Finlàndia	-	-	-	-	-	38,0	38,3	39,4	40,3	39,3	-
França	-	-	-	-	-	8,1	9,2	10,2	11,2	12,1	-
Itàlia	-	-	-	-	-	n.d.	0,1	0,2	0,8	n.d.	-
Japó	-	-	-	-	-	25,1	28,6	32,7	35,6	37,4	-
Noruega	-	-	-	-	-	36,7	35,9	37,8	37,8	39,7	-
Regne Unit	-	-	-	-	-	6,1	8,8	10,1	11,3	12,9	-
Suècia	-	-	-	-	-	46,9	47,4	48,2	49,0	n.d.	-
<i>Usuaris d'Internet: número d'usuaris per cada 1.000 habitants</i>											
Alemanya	-	-	4,3	4,6	9,2	18,3	30,5	67,0	98,7	175,3	292,1
Espanya	-	-	0,8	1,3	2,8	3,8	13,4	28,0	44,0	70,4	132,7
EUA	-	-	17,6	21,3	32,6	76,0	113,0	149,3	222,0	271,7	346,6
Finlàndia	-	-	19,0	25,9	49,5	139,8	168,7	193,2	255,4	323,9	372,3
França	-	-	2,0	3,9	4,8	16,4	25,8	42,9	63,4	91,6	144,6
Itàlia	-	-	0,7	1,2	1,9	5,2	10,2	22,7	45,3	87,2	104,7
Japó	-	-	1,0	4,0	8,0	15,9	43,7	91,5	133,9	213,9	370,9
Noruega	-	-	22,1	27,7	41,4	64,1	182,1	294,3	359,9	446,6	490,5
Regne Unit	-	-	2,6	5,2	10,3	18,8	40,8	73,0	135,1	210,1	257,7
Suècia	-	-	15,0	17,2	34,0	50,9	90,5	237,4	334,4	413,7	455,8

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'International Telecommunications Union (2001) i d'Eurostat (2001a).

Castells (2000): "Crec que, com en el cas de la revolució industrial, hi haurà varies revolucions de la tecnologia de la informació, de les quals la que es va constituir durant la dècada dels seixanta és només la primera. És probable que la segona, a començaments del segle XXI, atorgui un paper més important a la revolució biològica, amb estreta col·laboració amb les noves tecnologies informàtiques".

Per bé que aquesta il·lustració d'indicadors és parcial, primer per la pròpia selecció dels indicadors i segon per la mostra de països⁴², crec important assenyalar que tant els indicadors (*nombre de PC's per cada 100 habitants, nombre de línies telefòniques per cada 100 habitants, nombre d'abonats al servei de telefonia mòbil cel·lular per cada 1.000 habitants, percentatge de llars sobre el total abonades al servei de TV per cable i nombre d'usuaris d'Internet per cada 1.000 habitants*) com els països (*Alemanya, Espanya, EUA, Finlàndia, França, Itàlia, Japó, Noruega, Regne Unit i Suècia*) seleccionats posen de manifest la ràpida velocitat de penetració de les TIC durant la dècada dels noranta. De fet, tot i les diferències entre països, és fàcil veure que, per cada indicador (ponderat per algun tamany de població, per fer comparable la mostra) i entre el primer i l'últim any pels quals es disposa d'informació, els augments han estat molt significatius, de manera que les dades semblen confirmar l'existència d'un canvi de patró tecnològic. Això, no vol dir de cap manera, que el desenvolupament econòmic i social de les TIC s'hagi completat, més aviat el contrari. De fet, tot i que ja ha passat un cert temps, la diagnosi de la feina que resta per a fer en relació amb del desenvolupament de les TIC, feta per Albert Gore (1998) i concretada en cinc punts encara és, en gran part, vigent:

'1. La millora de l'accés a la tecnologia, de tal manera que a la pròxima dècada, tot el món estigui a prop de serveis de telecomunicacions de veu i dades. 2. La superació de les barreres del llenguatge i el desenvolupament d'una tecnologia que permeti la traducció automàtica en temps real. 3. La creació d'una Xarxa Global de Coneixement, en la qual s'hi treballi per a perfeccionar l'educació, l'atenció a la salut, els recursos agrícoles, la seguretat pública i el desenvolupament sostenible. 4. La utilització de les tecnologies de la comunicació per assegurar la lliure circulació d'idees que recolzin la democràcia i la llibertat d'expressió. 5. La utilització de les tecnologies de la comunicació per expandir l'oportunitat econòmica a totes les comunitats del món'. (Albert Gore (1998), *Remarks prepared for vice president Al Gore 15th International ITU conference*, reproduït de Mercedes Caridad (1999), pàg. 27).

1.1.3. Alguns aspectes econòmics de la revolució de les TIC

Als dos apartats anteriors ens hem acostat als aspectes metodològics i tecnològics de la revolució que han suposat les tecnologies de la informació i la comunicació. Aquestes aproximacions ens han donat una idea concisa de com ens hem d'aproximar a un fenomen d'aquest tipus i de quins han estat els aspectes més rellevants d'aquest procés d'innovació tecnològica. De fet, tot sembla indicar que hi ha un cert consens interdisciplinari entre les diferents aproximacions de les ciències socials en relació amb el fet que *les TIC semblen assentar la base material d'un nou tipus de societat*. Ara bé, fins al moment, encara no hem considerat les *repercussions purament econòmiques d'aquesta revolució tecnològica*. Una vegada determinada la dimensió pròpiament tecnològica i feta una breu excursió interdisciplinari del fenomen, és el moment d'avançar en alguns aspectes econòmics de la nostra investigació. La intenció d'aquest apartat és destacar els efectes econòmics vinculats directament amb aquestes tecnologies digitals. La idea és fer una aproximació *de dins cap a fora*, és a dir, en primer lloc veure quins són les repercussions econòmiques rellevants d'aquestes tecnologies i, més endavant, analitzar les *característiques dels béns i serveis que se'n deriven*.

42. La selecció de països no és pas aleatòria, ja que, com veurem més endavant, alguns d'aquests països més desenvolupats seran l'objecte d'estudi d'aquest treball de recerca. He inclòs, els països que representen a les tres àrees econòmiques més importants del planeta, així com alguns països escandinaus per l'elevat grau de desenvolupament que hi presenten les TIC.

Si comencem pels efectes econòmics de les TIC, el primer que cal destacar és que aquestes tecnologies digitals han presentat uns *augmentos de potència espectaculars*, cosa que s'ha traduït en un notable augment de prestacions. Tal i com assenyalen Downes i Mui (2000), l'eslògan d'aquestes tecnologies, que es basen en la transformació en format digital de la informació, a partir de la qual aquesta pot ser manipulada pels ordinadors i transmesa per mitjà de xarxes, es pot reduir en set paraules: *“més ràpid, més barat i més petit”*:

{...} La força motriu que hi ha al darrere aquesta transformació és la sorprenent ciència dels semiconductors, la qual, en poc més d'un quart de segle, ha provocat un canvi en l'economia mundial, que abans es basava en la indústria i ara es basa en la informació. Les millores implacables i espectaculars en la velocitat, la mida i el cost del semiconductor que han tingut lloc des dels anys seixanta segueixen la llei de Moore, una predicció feta pel fundador d'Intel, Gordon Moore, segons la qual en el futur immediat, cada divuit mesos, la densitat del xip i, per tant, la potència dels ordinadors es duplicarà, mentre que el cost es mantindrà constant i, per tant, sorgiran aparells informàtics cada cop més potents sense que n'augmenti el cost. Els anuncis fets per IBM i Intel l'any 1997 suggereixen que la llei de Moore potser va fer curt a l'hora de predir les millores per als pròxims anys. Gordon Bell ha observat fenòmens similars en l'emmagatzematge de dades i l'amplada de banda de les comunicacions. L'objectiu final és simple, però contundent: *més ràpid, més barat i més petit*. No tant coneguda com la llei de Moore és l'observació que va fer Robert Metcalfe, fundador de 3Com Corporation, segons el qual les xarxes –ja siguin telefòniques, informàtiques o de persones– augmenten espectacularment de valor per cada node o usuari addicional. La llei de Metcalfe valora la utilitat d'una xarxa pel quadrat del nombre d'usuaris, i es pot apreciar fàcilment considerant l'impacte de l'ample unificat de via ferroviària, el codi Morse, l'estandardització de les connexions elèctriques en el darrer segle, i el telèfon, el fax i els protocols d'Ethernet i Internet avui dia. Quan un estàndard ha aconseguit la massa crítica, el seu valor per a tothom es multiplica de manera exponencial'. (Larry Downes i Chunka Mui (2000), Killer app, pàg. 20).

De fet, com assenyalen els autors, la transformació radical de la producció de semiconductors ha generat increments espectaculars en la densitat dels xips, i en conseqüència en la potència dels ordinadors. Aquests increments es parametritzen segons la *llei de Moore*⁴³ que afirma que *“cada divuit mesos es duplica la densitat dels xips a l'hora que el seu cost es manté constant”*. La figura 1.1. presenta l'espectacular evolució del nombre de transistors integrats en un microprocessador. Dels poc més de 1.000 transistors integrats al microprocessador 4004 a principis de la dècada des setanta hem passat als 3 milions de transistors del Pentium, just a la meitat de la dècada dels noranta. Les previsions de creixement per al futur proper continuen essent exponencials, de manera que al voltant del 2010 s'espera que els microprocessadors que es comercialitzin integrin *“ni més ni menys, que mil milions de xips”*. D'aquesta manera, l'evidència empírica sembla confirmar l'aparició d'una nova generació de xips, més potents, petits i barats⁴⁴, cada any i mig, i el que encara és més

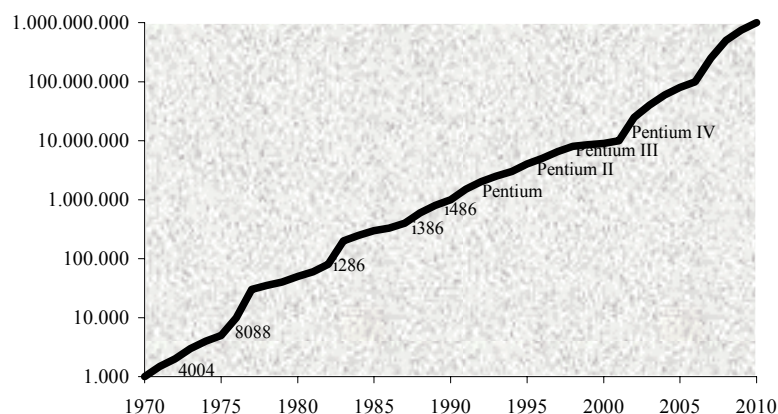
43. Fa referència al seu autor, Gordon Moore, fundador d'Intel, que a finals dels seixanta es va adonar que a la física que fonamentava la miniaturització i, com a conseqüència, a l'espectacular davallada de la mida dels semiconductors encara li quedava una llarga vida. La intuïció de Moore es basava en el fet que amb la miniaturització els circuits estaven més junts i n'hi cabien més en un únic xip. De fet, la seva convicció era tal que es va jugar la seva empresa nova, Intel, amb l'aposta que cada divuit mesos es produiria una nova generació de xips, amb una potència el doble que l'anterior. A més, el cost de producció d'aquesta nova generació seria igual o, fins i tot, més petit, que el cost de producció de la generació anterior, ja que els avenços tecnològics i l'increment del volum dels circuits reduïrien el cost de les noves prestacions. Per últim, els xips de l'antiga generació, produïts per una maquinària ja amortitzada, també s'abaratirien.

44. Un exemple d'aquesta millora conjunta de prestacions, que indefectiblement s'ha traslladat al producte final és cas dels ordinadors. A principis de la dècada dels seixanta, la capacitat de memòria, mesurada en bits per xip (la famosa DRAM) es situava per sota dels 4.000 bits, mentre que a meitats de la dècada dels noranta es situava en 64 milions, amb l'objectiu, ja assolit d'arribar a 256 milions a finals de dècada. La capacitat de procés per xip, mesurada a través del nombre de circuits lògics per xip ha passat d'uns 10 a la dècada dels setanta a prop de 10 milions a finals de la dècada dels noranta i finalment, el cost de la memòria per bit, mesurada en dòlars per bit, ha

rellevant, com assenyala Gordon Bell, un dels principals investigadors del desenvolupament tecnològic digital: “aquesta llei, sembla també acomplir-se per altres components de la tecnologies digitals, com la memòria del ordinadors i els mecanismes d'emmagatzematge de dades o l'amplada de banda de les telecomunicacions”.

Figura 1.1. La llei de Moore. 1970-2010

Número de transistors per xip en escala logarítmica



Font: Elaboració pròpia a partir de Downes i Mui (2000).

Pel que fa a la revolució de les comunicacions⁴⁵, una altra llei ha pres rellevància. Es tracta de la *lleï de Metcalfe*⁴⁶, segons la qual “el valor d’una xarxa augmenta en proporció amb el quadrat del número de nodes (usuaris) d’aquesta xarxa”. Matemàticament, aquesta relació s’expressa, en termes generals, com $V=n(n-1)$, on n és el número de nodes de la xarxa. De fet, aquesta expressió el que ens subratlla és que una vegada un estàndard de comunicació ha assolit la seva *massa crítica*, el seu valor per a tothom es multiplica de manera exponencial. Aquesta llei complementa la llei de Moore en el sentit que ens aproxima al perquè les aplicacions digitals s’han estès d’una manera tant espectacular. A mesura que més usuaris fan servir una xarxa més valuosa es torna i atrau a més persones, de manera que

passat d’un centau de dòlar a principis de la dècada dels setanta a una milionèsima de dòlar a finals dels noranta. No és estrany que amb totes aquestes millores els ordinadors personals hagin passat d’un preu d’uns tres mil dòlars l’any 1985 a un de situat al voltant de mil dòlars a l’actualitat, amb una infinitat de prestacions addicionals. Un últim efecte col·lateral, la *massificació dels xips*: es calcula que a l’actualitat i en un habitatge d’un ciutadà mitjà hi ha més de cent microprocessadors. Doncs bé, com avança la llei de Moore, el fet que pràcticament no costi res introduir un ordinador simple a qualsevol tipus d’aparell, per exemple “una cafetera perquè ens programi l’hora de fer-nos el cafè per esmorzar o si el volem fort o fluix, augura una explosió d’aquests tipus de dispositiu per als usos quotidians”. L’oferta ja està preparada, segons Downes i Mui (2000), la quantitat de xips que es poden introduir a aparells com la cafetera es compta per milions.

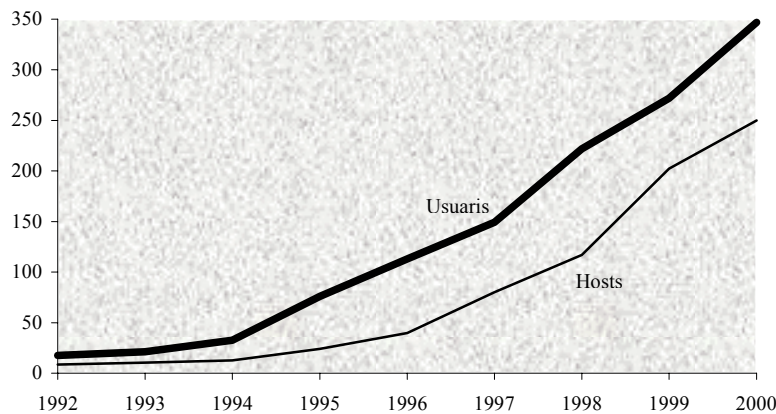
45. Jha i Majumdar (1999) demostren, per un conjunt de països de l’OCDE i pel període 1980-1995, com la difusió de les tecnologies digitals han suposat un salt endavant en la productivitat del sector de les telecomunicacions.

46. Fa referència a Robert Metcalfe, fundador de 3Com Corporation i dissenyador del *protocol d’Ethernet* per a xarxes informàtiques, segons el qual els ordinadors estan connectats per un cable coaxial capaç de transmetre dades a 10 megabytes per segon. Metcalfe va intuir, a principis de la dècada dels setanta, que igual que amb la resta de xarxes de comunicació, les noves tecnologies digitals per a la comunicació només tindrien sentit si molta gent les utilitzava.

s'incrementa la utilitat i la velocitat d'adaptació⁴⁷. La demostració més rellevant de la llei de Metcalfe, en el si de les tecnologies de la informació i la comunicació, ha estat l'explosió, una vegada assolida la seva massa crítica a principis dels anys noranta, d'Internet. Igual que amb d'altres tecnologies de xarxa, Internet va estar unes dècades sense l'assoliment d'una utilitat per als usuaris que permetés un creixement exponencial del seu valor, tot i que, com es pot apreciar a la figura 1.2. a partir de l'assoliment d'aquesta massa crítica el seu creixement ha estat espectacular. De fet, en el cas dels EUA, tant el *nombre d'usuaris* com el *nombre de hosts*⁴⁸ han presentat un increment exponencial, des de l'assoliment de la massa crítica al voltant del 1993. En efecte, durant aquest exercici el nombre d'usuaris per cada 1.000 habitants se situava en 21, mentre que el nombre de hosts per 1.000 habitants era de 10,5. Només cinc anys després, aquests registres havien avançant espectacularment. El 1998, hi havia als EUA 222 usuaris i 117 hosts d'Internet per cada 1.000 habitants, registres que al 2000 se situaven en 347 usuaris i 250 hosts per cada 1.000 habitants. O, dit d'una altra manera, prop d'un 35% de la població dels EUA accedia a Internet, mentre que hi havia 25 hosts per cada 100 habitants.

Figura 1.2. La llei de Metcalfe (l'evolució d'Internet als EUA). 1992-2000

Nombre d'usuaris i de hosts d'Internet per cada 1.000 habitants



Font: Elaboració pròpia a partir de ITTU (2001) i de l'OCDE (2000a).

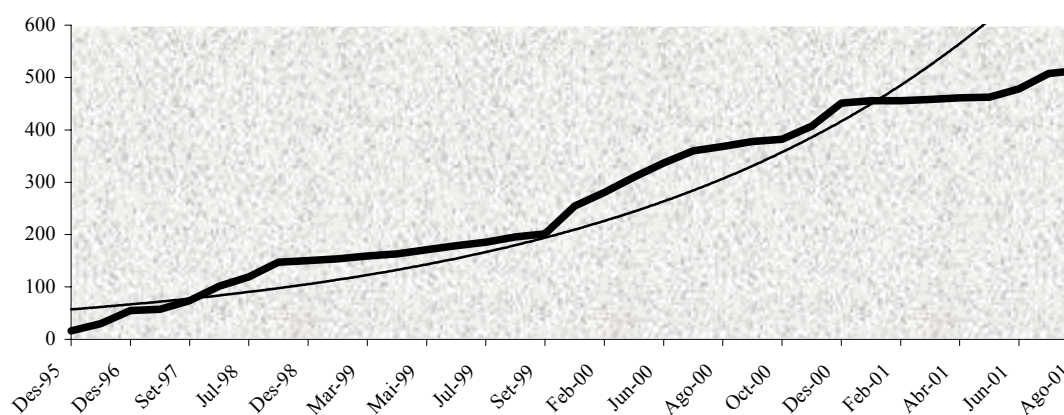
47. Pensem, per exemple, en el telèfon. La seva utilitat depèn estrictament de quants n'hi ha i quina facilitat de connexió tenen entre ells. És, en definitiva, una qüestió de quantitat i facilitat d'accés i d'ús. Un telèfon sol no serveix de res, pocs tenen una baixa utilitat i encara que n'hi hagi molts, si no tenen facilitat d'accés i d'ús, tindran una utilitat limitada. Per tant, al fonamentar-se en instruments de comunicació, la llei de Metcalfe necessita d'una certa *massa crítica* per avançar en la utilitat d'aquest aparell comunicatiu. Aquest punt d'inflexió, a partir del qual la utilitat de la xarxa creix d'una manera exponencial depèn, bàsicament, del cost que té per a l'usuari accedir a la xarxa, cosa que està directament relacionada amb el cost de la infraestructura del nou aparell de comunicacions. De fet, els inicis de la xarxa ferroviària i telefònica, amb una inversió amb infraestructures elevada, van ser molt modestos i van haver de passar unes dècades fins que el seu ús es generalitzés, entre d'altres coses, per un element que també és molt important. Es tracta de la visió de les *externalitats positives d'una xarxa*, o sigui de la consciència que el seu ús ha d'ésser senzill per assolir la massa crítica. Hi ha infinitat d'exemples d'una visió limitada en aquest sentit: les diferents amplades de via del sistema ferroviari, les limitacions a les conferències telefòniques d'usuari a usuari sense l'operador, o la utilització del fax, amb una tecnologia i una infraestructura desenvolupada des de la dècada del 1920 i un assoliment de massa crítica 60 anys més tard.

48. Paraula anglesa que significa *servidor*. Es tracta d'un ordinador que està connectat directament a Internet i que proporciona serveis a usuaris i/o comunicacions amb d'altres servidors.

Aquesta dinàmica tant expansiva dels nombre d'usuaris d'Internet també s'ha reproduït al conjunt del món. Tot i que es fa difícil, l'estimació del nombre d'usuaris de la xarxa⁴⁹, una institució privada, amb prestigi internacional, la NUA (2001) i amb seu corporativa a Dublín, proporciona aquesta informació. Com es pot apreciar a la figura 1.3, el nombre d'usuaris mundials d'Internet ha superat la barrera dels 500 milions de persones al principi de la segona meitat del 2001. Tot i això, cal destacar que, en el cas del conjunt del món, aquest increment dibuixa més aviat una línia tendencial, que no pas exponencial (representada a la figura), per bé que, des del desembre del 1995, quan les estimacions d'usuaris se situaven per sota dels 20 milions de persones, la massa crítica sembla haver-se assolit.

Figura 1.3. Evolució recent dels usuaris d'Internet. 1995-2001

Nombre d'usuaris mundials de la World Wide Web



Font: Elaboració pròpia a partir de la NUA. [On-line]. Disponible a URL:< <http://www.nua.ie>>. [Data de consulta: 17 de gener de 2002].

De fet, amb la revolució digital la llei de Moore i la de Metcalfe es retroalimenten, de

49. Quan subratllàvem els aspectes tecnològics d'Internet ja avançàvem que una de les seves característiques era la dificultat de regulació d'aquesta xarxa. Doncs bé, aquesta característica es tradueix en una heterogeneïtat d'institucions, tant públiques com privades, que proporcionen informació estadística sobre la difusió d'Internet. Sense ànim d'exhaustivitat, voldria destacar, a banda de la ja mencionades ITU (www.itu.int/home/index.html), Eurostat (<http://europa.eu.int/ISPO/>) i Internet Society (www.isoc.org), diverses institucions que proporcionen informació sobre l'ús d'Internet: l'ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers: www.icann.org), que assigna un tema polèmic, els dominis de la xarxa, l'Internet Traffic Report (www.internettrafficreport.com), que ens informa sobre el tràfic a la xarxa i la NUA (www.nua.ie), que estima el nombre d'usuaris. La Comissió Europea, al seu torn, fa un recull sobre el conjunt d'institucions de tot tipus que donen informació sobre Internet (<http://europa.eu.int/ISPO/polls/othersources.html>), a l'hora que té una Direcció General sobre la Societat de la Informació (http://europa.eu.int/comm/dgs/information_society/index_en.htm). A més, s'han de destacar, entre d'altres, la Direcció de Ciència, Tecnologia i Indústria (DSTI) de l'OCDE, disponible a: <http://www1.oecd.org/dsti/sti/it/prod/>, les estadístiques de la UNESCO (<http://unescostat.unesco.org>), l'Observatori Europeu de Tecnologies de la Informació, EITO (www.eito.com) i l'Administració Nacional de Telecomunicacions i Informació (NTIA: www.ntia.doc.gov/) del Departament de Comerç dels EUA, així com el Consell d'Internet dels EUA (USIC: www.usic.org), que, juntament amb l'ITTA (International Technology and Trade Associates Inc.: www.itta.com) publica anualment un informe sobre l'estat d'Internet. A casa nostra, destaquen les informacions de la Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i per a la Societat de la Informació del Ministeri de Ciència i Tecnologia (www.setsi.mcyt.es), el Departament d'Universitats, Investigació i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya (www.gencat.es/dursi/) i, per últim, l'Associació espanyola d'empreses de tecnologies de la informació, SEDISI (www.sedisi.es) i l'Associació Nacional d'Indústries Electròniques i de Telecomunicacions, ANIEL (www.aniel.es).

manera que en paraules de Nicholas Negroponte (1995) “*contribueixen a transformar un món d'àtoms en un món fet de bits*”. Hi ha poques esferes de l'activitat humana⁵⁰ que s'escapen a aquest ventall d'innovacions radicals o, en terminologia empresarial i en paraules de Downes i Mui (2000), de *Killer app*: “*un producte o servei nou que instaura una categoria nova i, pel fet de ser-ne el primer, la domina i aconsegueix de generar uns beneficis que multipliquen per cent la inversió inicial. L'ordinador personal, les transferències electròniques i el primer processador de textos són exemples de Killer app*”. Segons els autors, aquest conjunt d'aplicacions interrelacionades entre informàtica i telecomunicacions, que han permès la combinació de les lleis de Moore i de Metcalfe, han suposat una *lleï de ruptura*⁵¹, o en la nostra terminologia un *canvi de paradigma tecnoeconòmic*.

Una darrera implicació d'aquesta visió econòmica de les TIC que, de fet, és fàcilment induïble ateses les característiques detallades més amunt i que ens enllaça amb les propietats econòmiques dels béns i serveis generats per l'aplicació d'aquestes tecnologies, és la *davallada de preus dels aparells informàtics i dels serveis de telecomunicacions*. Comencem pels primers. Com es pot apreciar al quadre 1.6. *els preus dels diferents tipus d'ordinadors personals han seguit una clara tendència a la baixa, que sembla dependre del grau de maduresa del seu cicle de vida*, situat al voltant de cinc anys.

Quadre 1.6. Evolució dels preus dels ordinadors. 1994-2002

Preus mitjans de venda a Europa valorats al tipus de canvi de l'euro del 1999

Tipus de PC's	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001 ¹	2002 ¹
86/88 & 286	583	-	-	-	-	-	-	-	-
80386SX	1.284	-	-	-	-	-	-	-	-
80386DX	1.162	-	-	-	-	-	-	-	-
80486SX	1.545	1.340	1.219	-	-	-	-	-	-
80486DX	2.064	1.822	1.691	841	-	-	-	-	-
Pentium <100 MHz	3.539	2.330	1.726	1.330	1.259	-	-	-	-
Pentium 101-149 MHz	-	2.432	2.104	1.900	1.728	-	-	-	-
Pentium >150 MHz	-	-	2.555	1.923	1.654	1.350	-	-	-
Pentium-Pro	-	6.387	2.949	2.156	1.984	1.918	1.561	-	-
Pentium II <400 MHz	-	-	-	2.934	2.450	1.979	1.737	1.459	-
Pentium II >400 MHz	-	-	-	-	2.036	1.868	1.799	1.709	1.486
Pentium III	-	-	-	-	-	-	1.893	1.799	1.661

1. Previsions de l'EITO.

Font: Reproduït d'EITO (2001).

Efectivament, si ens fixem, per exemple, en l'evolució dels preus constants del *486DX* o del *Pentium a menys de 100 MHz de velocitat*, ordinadors el cicle del vida dels quals ja s'ha completat, veiem que han presentat una reducció molt significativa: un 59,2% entre el 1994 i el 1997 pel *486DX* i un 64,4% pel *Pentium <100 MHz* entre el 1994 i el 1998. Les següents

50. Des dels jocs i les formes d'entreteniment, la majoria del subministrament de diners, gairebé tot el que es publica, la informació interna de les empreses i la gran part de formes de comunicació, per només citar alguns exemples significatius. De fet, com diu Negroponte (1995): “*la informàtica ja no tracta amb ordinadors, sinó amb la vida*”.

51. Només cal fer un cop d'ull a l'evolució prevista pels professionals de les tecnologies de la informació i la comunicació per adonar-se'n que estem davant d'unes tecnologies que marcaran cada vegada més les nostres vides. A tall d'exemple, vegeu [EITO (2001). “The technological evolution of ICT and standard”, *European Information Technology Observatory 2001*, Frankfurt am Main].

generacions del Pentium també van presentar una reducció de preus significativa: un 28,9% el *Pentium amb velocitats compreses entre 100 i 150 MHz* i un 47,2% el *Pentium a més de 150 MHz*. Pel que fa a les noves generacions de Pentium, el *Pentium II a menys i a més de 400 MHz* i el *Pentium III*, es remarcable el fet que com més madur està el cicle de vida de l'ordinador més profunda és la caiguda del seu preu. Així, s'espera que el *Pentium II a menys de 400 MHz* presenti una davallada de preus del 50,3% entre el 1997 i el 2001, mentre que per al *Pentium a més de 400 MHz* la reducció es xifraria en un 27% entre 1998 i el 2002, davallada que en el cas del *Pentium III* encara seria menys significativa, d'un 12,3% entre el 2000 i el 2002.

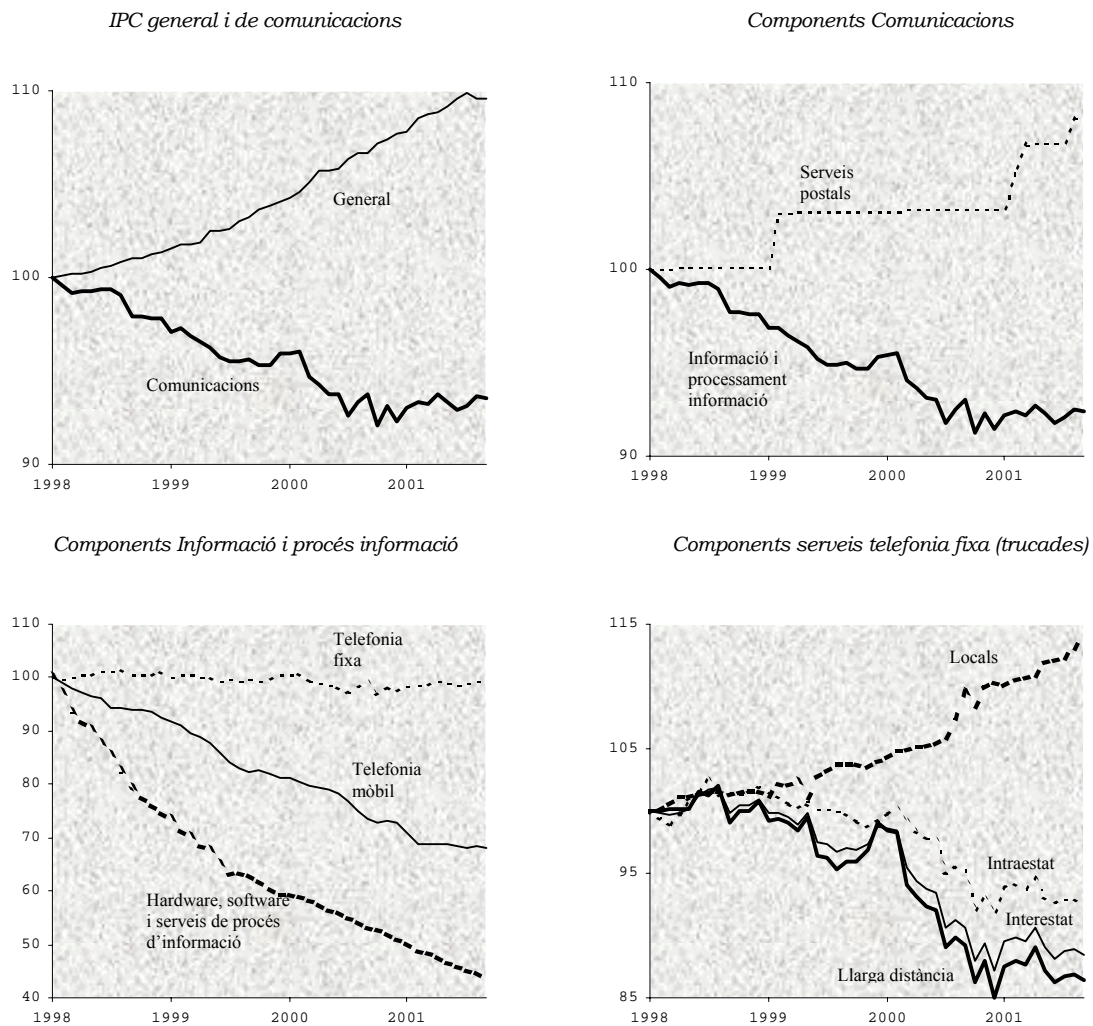
L'evolució dels preus de les comunicacions, del seu costat, també ha estat molt favorable. Tot i els problemes de comparabilitat entre els diferents països⁵² podem afirmar que la progressiva implantació de les TIC ha generat una davallada molt significativa dels preus de les comunicacions als EUA, al Japó i a la Unió Europea. Efectivament, si comencem pels EUA (vegeu la figura 1.4) cal destacar que tot i que els preus al consum han presentat una tendència alcista, amb un increment mitjà proper al 2,5% els darrers quatre anys, els preus de les comunicacions han presentat la trajectòria inversa, amb una caiguda mitjana anual el període 1998-2001 propera al 2%. Per components, aquesta caiguda dels preus al consum de les comunicacions als EUA s'explica, sense cap dubte, per la forta tendència a la baixa dels preus de la informació i el processament d'informació (amb una davallada mitjana anual des del 1998 del 2,1%), ja que els preus dels serveis postals han tendit a l'alça (2,2%). Dins dels preus de la informació i el seu procés destaquen, però, tendències contraposades. Així, mentre els preus dels serveis de la telefonia mòbil i els del hardware, el software i el processament de la informació han presentat caigudes realment significatives (aproximadament d'un 10 i d'un 18% de mitjana anual, respectivament, entre el 1998 i el 2001), els preus de la telefonia fixa s'han pràcticament mantingut, si bé amb evolucions contràries dels seus components. De fet, pel que fa al preu de les trucades cal destacar que les trucades locals han presentat un procés inflacionari, tot el contrari que les trucades entre i a dintre dels estats i les trucades de llarga distància.

En resum, la introducció, per part del Departament de Treball dels EUA, dels components de la cistella domèstica directament vinculats amb les tecnologies de la informació i la comunicació en el càlcul dels preus al consum ha posat de manifest la importància d'aquestes tecnologies. De fet, a partir del desembre del 1997, primer mes pel qual es disposa d'informació estadística completa, els preus de les comunicacions dels EUA

52. Per a dur a terme una comparació internacional d'una sèrie expressada en termes monetaris ens hem d'enfrontar a tres problemes: el procés de deflatació de la sèrie, l'efecte del tipus de canvi i la paritat del poder adquisitiu o de compra. Un exemple aclaridor. Suposem que volem comparar l'evolució dels preus de les trucades telefòniques als EUA i al Japó per un període de temps. Doncs bé, per a fer la comparació en termes homogenis hem de seguir tres passos. En primer lloc, i amb l'objectiu d'aïllar el creixement de preus implícit a una sèrie expressada en termes monetaris, hem de deflactar la sèrie original amb un indicador de preus, com l'IPC de les trucades telefòniques o, en el seu defecte, l'IPC de comunicacions o d'altres. En segon lloc, hem de presentar aquesta sèrie ja expressada en termes reals, però encara amb monedes diferents, amb la mateixa divisa. Finalment, tot i que ja tenim les dues sèries en termes reals i amb la mateixa moneda hem d'aïllar les diferents capacitats de compra dels dos països, per la qual cosa utilitzem un indicador de comparabilitat: el poder de la paritat de compra (PPC), que simplement ens iguala les capacitats de despesa de les diferents monedes. Com es pot apreciar aquest és un procediment ferragós, per al qual no sempre es disposa de la informació suficient. Una manera d'aproximar-nos a la comparació internacional dels preus de les comunicacions és a través dels índexs de preus al consum que, quan estan disponibles, ens donen una idea de l'evolució dels preus finals al consum d'aquesta tipologia de serveis.

han seguit una tendència clarament descendent, dinàmica que ha estat especialment intensa en els preus de les trucades amb telefonia fixa de mitja i llarga distància, en els preus dels serveis de telefonia mòbil i en els components informàtics i els serveis de procés d'informació⁵³.

Figura 1.4. Evolució dels preus al consum de les comunicacions als EUA. 1998-2001¹
Valors absoluts en nombres índex expressats en Base Desembre 1997=100



1. Per al 2001, dades dels mesos disponibles.

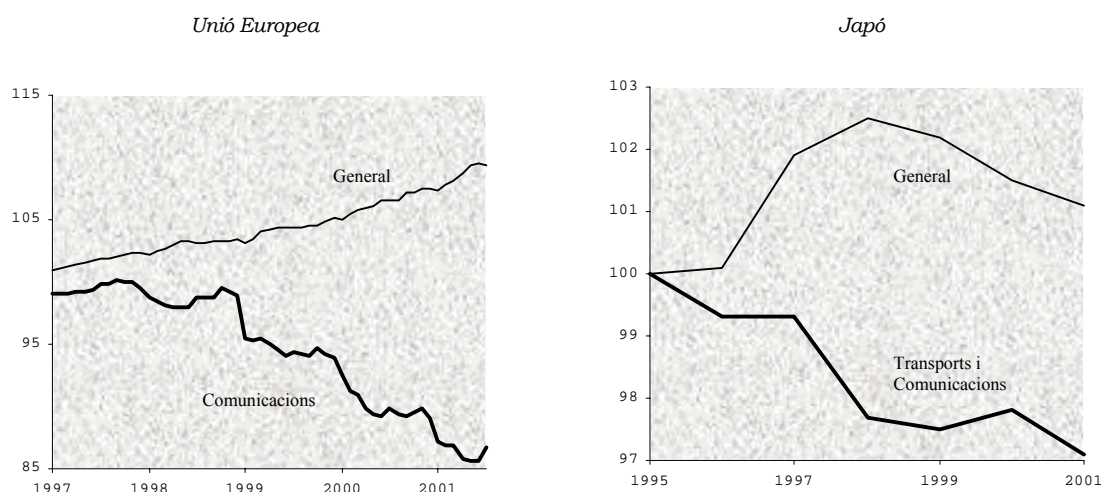
Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Bureau of Labour Statistics dels EUA. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.bls.gov/sahome.html>. [Data de consulta: 24 de novembre de 2001].

53. Segons alguns estudis de la Reserva Federal dels EUA els preus dels béns i serveis basats en les tecnologies de la informació i la comunicació han permès durant els darrers anys un increment anual dels preus al consum entre 0,5 i 1 punt percentual per sota del que s'hauria assolit sense la introducció d'aquests nous components de despesa de les llars. No cal insistir en la importància d'aquest fet. Vagi per endavant que els efectes econòmics del càlcul de l'increment de preus són de vital importància. A tall d'exemple i per citar només dues de les seves principals repercussions econòmiques: ens permeten obtenir el creixement econòmic real d'una economia i són una variable fonamental per a la determinació de la política econòmica, ja que tant la política monetària com la fiscal tenen en aquest indicador un referent bàsic per als seus instruments (tipus d'interès, deute públic, tipus de canvi, etc).

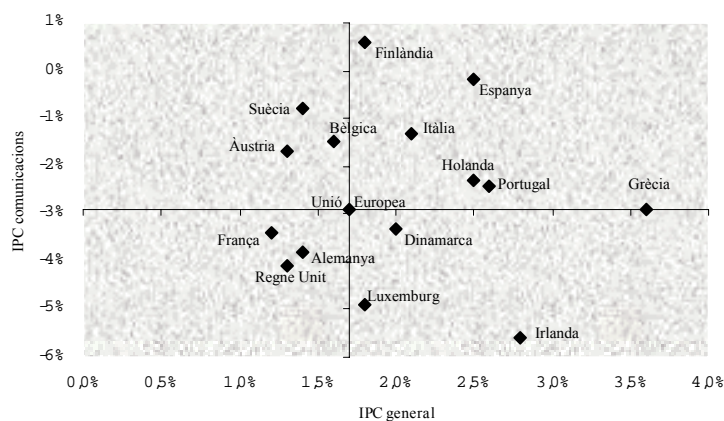
L'evolució dels preus de les comunicacions també ha seguit una tendència clarament descendent al Japó i a la Unió Europea, com es pot apreciar a la figura 1.5. De fet, en el context poc inflacionista de l'economia japonesa dels darrers anys (augment mitjà dels preus al consum proper al 0,2% entre el 1995 i el 2001), els preus de les comunicacions han caigut (a l'entorn del 0,5% en el mateix període), si bé amb una intensitat molt més moderada que en el cas dels EUA i de la UE. En efecte, aquesta darrera ha presentat la caiguda dels preus de les comunicacions més rellevant de les grans àrees econòmiques del planeta, amb una davallada anual mitjana a l'entorn del 3,0% entre el 1996 i el 2001, caiguda que contrasta amb l'augment de l'índex general de preus al consum, que s'ha situat lleugerament per sobre de l'1,5% en el mateix període.

Figura 1.5. Evolució dels preus al consum de les comunicacions a la Unió Europea i al Japó. 1995-2001¹

Valors absoluts en nombres índex i en Base 1996=100 per a la UE i en Base 1995=100 per al Japó



*IPC general i de comunicacions als països de la UE
Taxes mitjanes de variació anual pel període 1996-2001*



1. Per al 2001, dades dels mesos disponibles.
Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EPA i d'Eurostat.

D'altra banda, és important mencionar que dins de la UE els preus de les comunicacions han presentat tendències diferenciades segons els països. De fet, com es pot apreciar a la figura 1.5. a la qual hi ha un gràfic que relaciona l'IPC general i l'IPC de comunicacions per a tots els països de la UE, és fàcil veure que el Regne Unit, Alemanya i França han presentat variacions anuals mitjanes del component general i del de comunicacions inferiors a la mitjana de la UE en el període 1996-2001. En canvi, els altres dos grans països de l'àrea, Itàlia i Espanya, han situat aquests dos indicadors de preus per sobre la mitjana de la UE, amb reduccions dels preus de les comunicacions poc rellevants. Per últim, cal destacar el cas de Luxemburg i d'Irlanda que, tot i que han presentat augments de l'IPC general superiors a la mitjana de la UE, s'han configurat com els dos països de la zona amb caigudes dels preus de les comunicacions més rellevants el període 1996-2001. En resum, la utilització dels preus al consum com a indicador de l'evolució dels preus dels serveis de comunicació ens ha servit per afirmar que *aquest component dels preus finals ha presentat una trajectòria deflacionista durant els darrers exercicis*. Ara bé, aquesta trajectòria no ha estat homogènia, ja que s'aprecien diferències significatives entre països. Hi ha algun element que expliqui aquesta dispersió?. Com sempre, recórrer a la teoria econòmica ens és de molta utilitat⁵⁴, ja que ens aporta llum a les nostres disquisicions. De fet, suggereix que hi ha una clara correlació entre els preus de les comunicacions i l'estructura del seu mercat. I, encara més, com assenyalen Ilzkovitz i Mogensen (1999) es fa difícil a l'hora d'entendre el desenvolupament de les telecomunicacions, en particular dels seus serveis, dissociar els efectes de la davallada de preus i els de l'estructura de mercat, representada per l'entorn institucional en el qual s'insereixen:

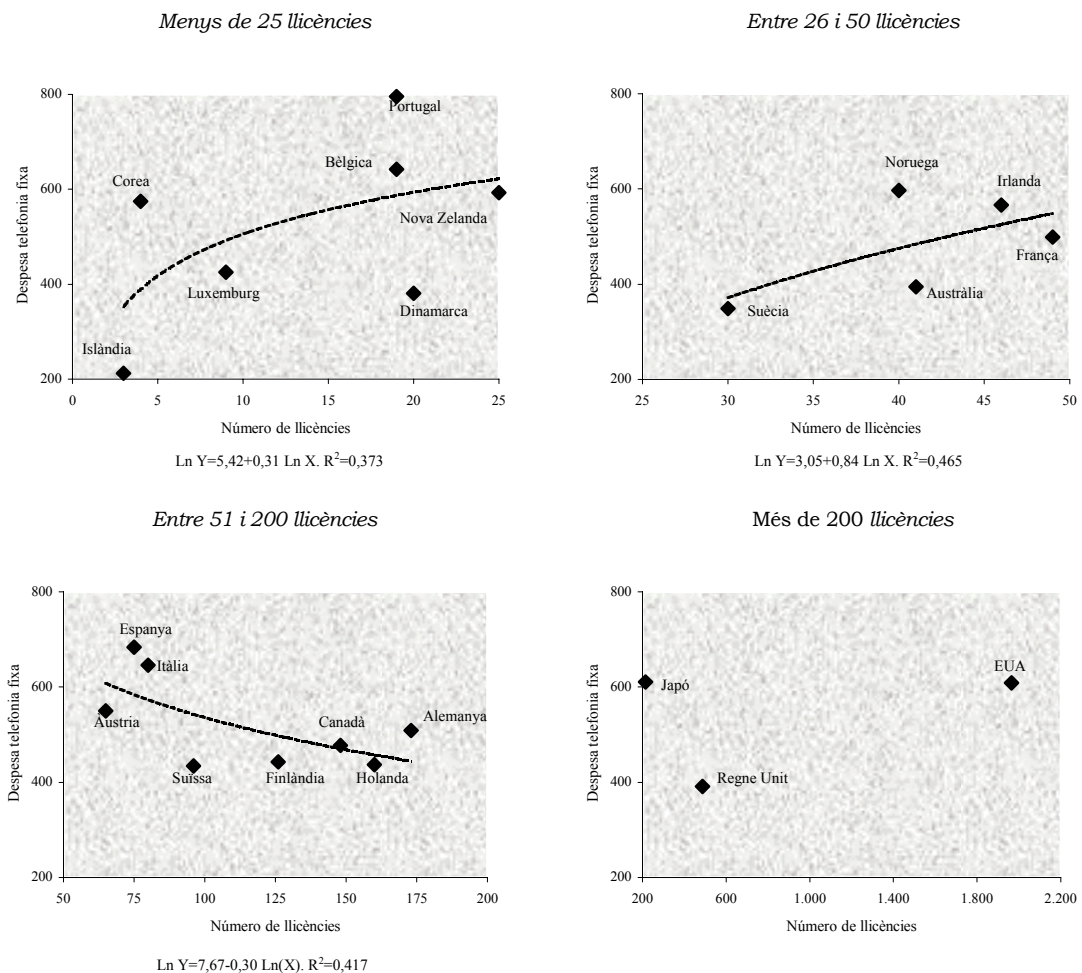
El grau d'utilització i la despesa en TIC per habitant dependran probablement del nivell mitjà de renda d'un país i dels preus dels productes i serveis de les TIC que s'ofereixin. Els productes de les TIC són objecte de comerç internacional i tendeixen, per tant, a tenir nivells de preus similars als diferents països. Els serveis de TIC, tanmateix, es comercialitzen en menor mesura; els serveis de telecomunicacions, en particular, segueixen conservant especificitats per a cada país degut a les diferències en l'entorn competitiu (els titulars de les telecomunicacions segueixen essent en molts casos monopolis *de facto*) i a la liberalització, encara recent, d'aquest sector en molts països europeus. Els serveis de telecomunicacions representen actualment una despesa important per als usuaris de les TIC. En realitat, una part important dels costos variables a Internet, al correu electrònic i a d'altres tipus de comunicacions electròniques de dades corresponen als serveis de telecomunicacions. Així doncs, el sector de les telecomunicacions juga un important paper al facilitar altes taxes de penetració de les TIC'. (Fabienne Ilzkovitz i Ulrik Mogensen (1999), "Tecnologías de la información y las comunicaciones en Europa. Problemas y desafíos", *Papeles de Economía Española*, pàgs. 28 i 29).

En concret, els autors afirmen que hi ha una clara correlació entre el nombre creixent d'operadors de telefonia i la davallada de preus de les comunicacions, de la mateixa manera que s'observa una relació negativa entre els preus i la despesa en telecomunicacions per habitant. De fet, el que ens diuen aquest parell de relacions és que *"la competència dinàmica, que pot donar lloc a preus més baixos, sembla ser un element important per estimular la penetració de les TIC"*. A la figura 1.6., i a partir de dades de l'OCDE (1999a; 2001a), es

54. A qualsevol manual de microeconomia o d'economia industrial s'expliquen les relacions entre l'estructura de mercat i el preu d'una mercaderia. La idea intuïtiva és la següent: un major grau de competència implica més pressions a la baixa en el preu d'un bé o servei. Ara bé, la incorporació d'estratègies empresarials de diferenciació de producte i les característiques intrínseques de les mercaderies comercialitzades, sobretot si presenten o no externalitats, determinen un conjunt de barreres d'entrada que, tot sovint, fan difícil la incorporació de mecanismes de competència efectiva. Dit d'una altra manera, negocis amb ràtios entre costos fixes i marginals molt elevats, com és el cas de les telecomunicacions, incentiven a l'empresa a buscar estratègies de competència monopolística per preservar el seu mercat de possibles nous competidors.

presenta la relació entre la despesa familiar de telefonia fixa i el nombre de llicències dels operadors⁵⁵, amb una segmentació del nombre de llicències: menys de 25 llicències, entre 26 i 50 llicències, entre 51 i 200 llicències i més de 200 llicències. Doncs bé, podem afirmar orientativament *que hi ha una correlació entre ambdues variables, si bé amb diferent signe dependent del tamany del mercat*. En efecte, amb aquest tall transversal del 2000 tot sembla indicar que hi ha un tamany òptim a partir del qual la relació entre despesa i nombre de llicències es torna negativa. *Aquest tamany es correspondria amb un nombre aproximat de 50 llicències*, tamany del mercat que impulsaria a la baixa la despesa homogènia en telefonia fixa.

Figura 1.6. Despesa i llicències dels operadors de telefonia fixa a l'OCDE. 2000¹
Despesa familiar mensual en telefonia fixa, incloses les trucades internacionals i a mòbils, en dòlars PPC i nombre d'operadors amb llicència de telefonia fixa de la xarxa pública de telecomunicacions (PSTN)



1. No s'han inclòs a l'anàlisi Txèquia, Hongria, Polònia, Turquia, Mèxic i Grècia.
Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001a).

55. La despesa familiar en telefonia fixa es mesura a partir d'una cistella de serveis que inclouen les despeses de contractació i lloguer de l'aparell, les trucades nacionals, les internacionals i les trucades als mòbils. Aquesta cistella de serveis de telefonia fixa representa la despesa mensual a l'agost del 2000, expressada en dòlars PPC. El nombre d'operadors de telefonia fixa són el número de llicències per a la provisió de serveis de telefonia fixa de tot tipus a la xarxa pública de telecomunicacions.

Pel que fa a la telefonia mòbil, i amb els indicadors disponibles, *no s'aprecien correlacions significatives entre la despesa familiar d'aquest servei de comunicació i l'estructura del seu mercat*. Tot i això, si que podem intuir algun patró de comportament. En efecte, al quadre 1.7. s'ha col·locat la despesa familiar de serveis de telefonia mòbil dels països de l'OCDE⁵⁶, expressada en termes homogenis i en ordre ascendent. El resultat és que els cinc països amb menor volum de despesa per al mateix conjunt de serveis contractats a l'agost del 2000 van ser els cinc països escandinaus: Islàndia, Finlàndia, Suècia, Noruega i Dinamarca. Ara bé, el nombre d'operadors de telefonia mòbil dels països escandinaus (entre 3 i 4 a principis del 2001) és clarament inferior al d'altres països: els EUA amb 350 i el Japó amb 41 lideren amb escreix el volum d'operadors, tot i que altres països com el Canadà, amb 8, o Holanda, el Regne Unit, Corea i Austràlia, amb 5, també tenen un major nombre d'opcions a l'hora de contractar serveis de telefonia mòbil. Per tant, es fa evident que no hi ha una relació directa entre la despesa en telefonia mòbil i el nombre d'operadors.

Quadre 1.7. Alguns indicadors recents de la telefonia mòbil a l'OCDE¹. 1999-2001

Despesa familiar de telefonia mòbil en dòlars PPC, nombre d'operadors en unitats i quota de mercat i abonats per cada 100 habitants en percentatges

	Despesa telefonia mòbil (Ago-2000)	Operadors telefonia mòbil digital (Gen-2001)	Quota de mercat			Abonats per 100 habitants (1999)
			Operador principal (2000)	Segon Operador (2000)	Resta d'operadors (2000)	
Islàndia	148,41	4	75	24	1	62,2
Finlàndia	151,17	4	64	35	1	65,0
Suècia	177,65	4	51	32	17	57,6
Noruega	205,79	3	73	27	0	61,5
Dinamarca	231,37	4	50	32	18	49,4
Itàlia	257,78	4	61	34	5	52,7
Luxemburg	271,52	2	63	37	0	48,2
Suïssa	275,60	3	72	18	10	41,2
Holanda	278,04	5	50	35	15	43,0
Espanya	285,18	3	58	36	6	37,8
EUA	292,83	350	13	11	76	31,5
Bèlgica	298,83	3	65	33	2	31,1
Regne Unit	316,54	5	32	27	41	40,2
Alemanya	354,94	4	43	42	15	28,6
Àustria	367,49	4	55	34	11	51,9
Nova Zelanda	371,02	2	67	33	0	32,9
Corea	372,81	5	45	18	37	50,0
Canadà	378,87	8	32	26	42	22,7
Austràlia	381,89	5	48	30	22	39,5
França	420,97	3	49	35	16	34,9
Japó	425,65	41	58	15	27	44,9
Irlanda	486,65	3	66	34	0	42,7
Portugal	498,27	3	40	41	19	46,8

1. Exclosos Txèquia, Hongria, Polònia, Mèxic, Turquia i Grècia.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001a).

56. Igual que amb la despesa de telefonia fixa, l'OCDE (2001a) aproxima a la despesa familiar de telefonia mòbil a partir d'una cistella de serveis de comunicacions, que inclou la despesa fixa (compra o lloguer de l'aparell i subscripció a l'operador) i variable (trucades) per a 50 minuts de trucades nacionals (curta, mitja i llarga distància) més impostos, excloent les trucades internacionals. Aquesta aproximació és mensual i es va realitzar a l'agost del 2000.

De la mateixa manera, l'anàlisi a partir de la quota de mercat dels diferents operadors, definida com el volum relatiu de negoci de cadascuna de les empreses del mercat, tampoc ens aporta una evidència concloent, ja que no hi ha una correlació directa entre la quota de mercat dels diferents operadors⁵⁷ i la despesa en telefonia mòbil. De fet, *el fortíssim ritme de creixement del mercat de serveis de telefonia mòbil i l'elevat nombre d'ofertes, per a augmentar el seu consum en la fase inicial del cicle de vida de molts d'aquests productes, desvirtuen l'anàlisi de relacions estructurals entre la despesa i el conjunt d'indicadors disponibles.*

Ara bé, una aproximació alternativa que ens acosti al preu unitari d'aquests serveis de comunicació i deixi enrere les aproximacions més agregades a la despesa que, com hem dit, estan esbiaixades, segurament ens serà més útil per al nostre propòsit: trobar una relació entre algun indicador de despesa de la telefonia mòbil i un altre que ens mesuri el tamany o la maduresa del mercat. Precisament això és el que hi ha representat a la figura 1.7. on, a partir de les dades de ITTU (2001), s'hi relacionen el preu de les trucades (locals, de 3 minuts, fora de l'hora punta i expressades en termes homogenis) i el nombre de subscriptors per cada 100 habitants (com a indicador de l'expansió de la demanda) dels serveis de telefonia mòbil cel·lular. Igual que amb la telefonia fixa s'ha segmentat la mostra de països a partir del nombre de subscriptors: menys de 40 per a cada 100 habitants, entre 41 i 55 per a cada 100 habitants i més de 55 per a cada 100 habitants. La idea és la mateixa que la utilitzada amb la telefonia fixa: podem trobar una dimensió a partir del qual la relació entre ambdós indicadors sigui negativa?⁵⁸. Els resultats empírics, tot i que a nivell orientatiu, ens diuen que aquesta *dimensió mínima*, indicada per un indicador de la demanda del mercat, se situa al voltant del 40% dels subscriptors als serveis de telefonia mòbil cel·lular. Dit d'una altra manera, les dades de tall transversal per al 1999 posen de manifest que només quan el nombre de subscriptors supera els 40 per a cada 100 habitants passa allò que és esperable: *el preus unitaris dels serveis de telefonia mòbil tendeixen a la baixa*⁵⁹. A més, també és destacable el fet que quan més gran és el nombre de subscriptors més elevada és la relació negativa entre aquests i el preu de la trucada. De fet, com ja intuïem més amunt, els tres països amb el major nombre relatiu d'abonats per cada 100 habitants, són els que tenen una relació més negativa entre els dos indicadors. Aquests països són Suècia, Noruega i Finlàndia. En canvi, es destacable el fet que països com els EUA o Canadà, que presenten un desenvolupament molt superior d'algunes de les tecnologies de la informació i la comunicació se situen a la banda baixa pel que fa al nombre d'abonats de la telefonia mòbil.

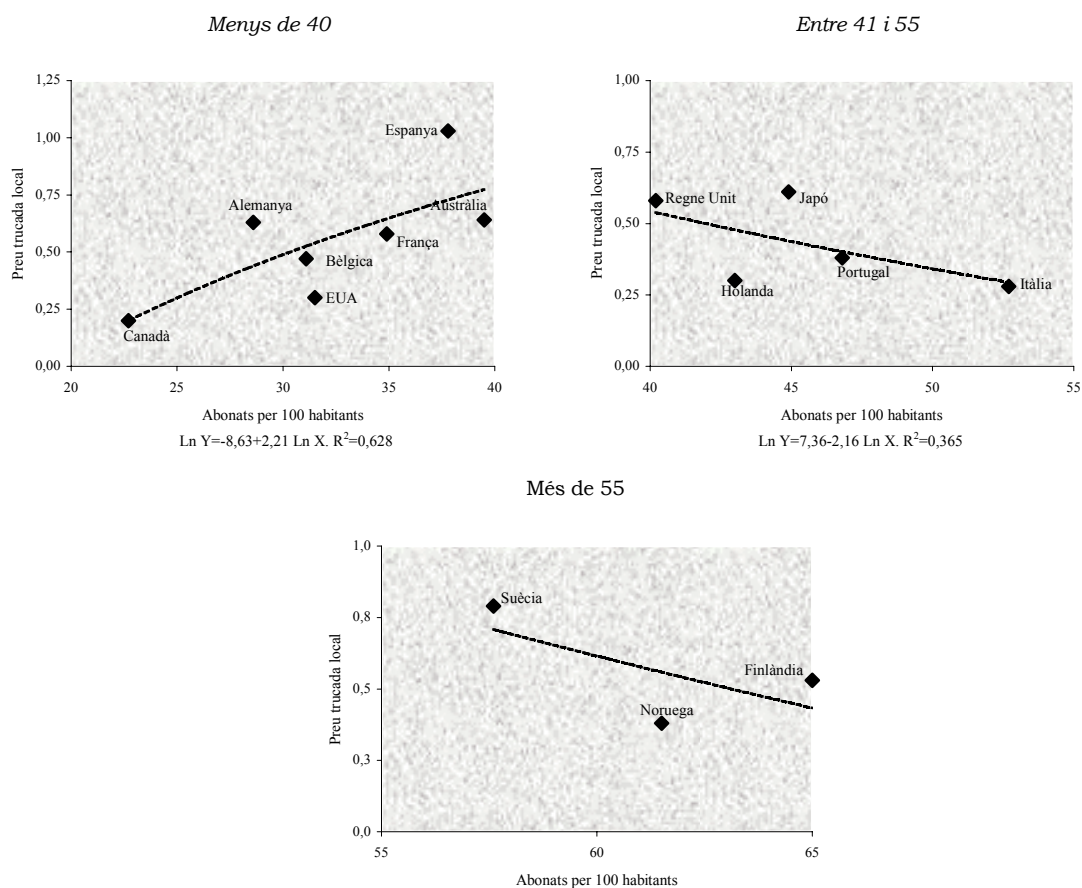
57. De fet, seria esperable que a mesura que augmenta la quota de mercat dels operadors no principals s'introduïssin majors nivells de competència i això pressionés a la baixa la despesa dels serveis de telefonia mòbil. Doncs bé, l'evidència ens diu el contrari, ja que els dos països amb un volum de despesa més baixa, Islàndia i Finlàndia, presenten una quota de mercat del primer operador molt rellevant (un 75 i un 64%, respectivament).

58. Es tracta de demostrar empíricament la idea intuïtiva segons la qual un major nombre de consumidors del servei de telefonia mòbil obre majors possibilitats de benefici i fa caure el preu unitari del servei que s'ofereix. D'aquesta manera, s'espera que a mesura que augmenta el nombre de subscriptors el preu de la trucada tendeixi a baixar. Aquest fet no té perquè estar relacionat amb un increment del nombre d'empreses del mercat, ja que la competència efectiva es pot instal·lar entre les empreses existents. De fet, els tres països amb un nombre relatiu més elevat de subscriptors (Suècia, Noruega i Finlàndia) no es distingeixen pas per l'elevat nombre d'empreses existents als serveis de telefonia mòbil.

59. Ahn i Lee (1999) arriben a una conclusió similar. En el seu intent per a trobar una funció de demanda de telefonia mòbil arriben a la conclusió que hi ha una correlació positiva entre la demanda de serveis de telefonia mòbil i el desenvolupament d'aquests tipus de serveis, mesurat a través del PIB per càpita i del nombre de línies de telefonia fixa.

Figura 1.7. Preu de les trucades i nombre de subscriptors del servei de telefonia mòbil cel·lular a alguns països de l'OCDE. 1999¹

Preu, expressat en dòlars PPC, d'una trucada local de 3 minuts amb el servei de telefonia mòbil fora de l'hora punta i percentatge de subscriptors per a cada 100 habitants

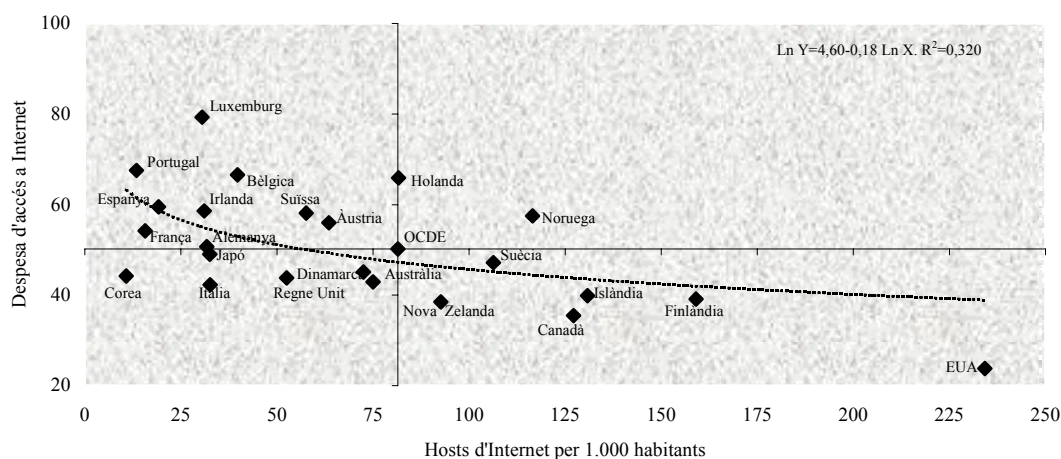


Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Finalment, i per acabar aquesta visió sobre els aspectes econòmics més rellevants de les TIC, al quadre 1.8. s'han recollit alguns dels indicadors més representatius sobre la dinàmica econòmica d'Internet. En aquest sentit, és important destacar que s'ha trobat, per un conjunt de països de l'OCDE, una *correlació orientativa entre la despesa d'accés i el nombre de hosts d'Internet*. De fet, l'evidència trobada (vegeu la figura 1.8.) mostra que hi ha una relació negativa entre els hosts i la despesa d'accés. Dit d'una altra manera, aquest tall transversal per l'any 2000 ens diu que a mesura que augmenta l'oferta d'accés a Internet cauen els seus preus d'ús. O sigui, que podem afirmar que *el desenvolupament de l'oferta d'accés a Internet, mesurada a través del nombre de hosts, incideix positivament sobre la demanda, en la mesura que tendeix a fer caure la seva despesa d'accés*. Al quadre 1.8. es presenten també altres indicadors rellevants des del punt de vista econòmic d'Internet, entre els quals es destaca el fet que els EUA, Canadà i els països escandinaus presenten una participació més elevada del nombre de hosts i de servidors segurs, en part, gràcies a la major facilitat en el registre del domini.

Figura 1.8. Despesa d'accés a Internet i nombre de hosts per cada 1.000 habitants a alguns països de l'OCDE. 2000¹

Despesa mitjana d'accés a Internet per 40 hores (punta i no punta) de connexió mensuals, expressada en dòlars PPC, i nombre de hosts d'Internet per cada 1.000 habitants



1. Exclosos Txèquia, Hongria, Polònia, Mèxic, Turquia i Grècia.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001a).

Quadre 1.8. Alguns indicadors recents de l'evolució d'Internet a l'OCDE¹. 2000

Despesa d'accés a Internet i preus de registre de domini en dòlars PPC i web sites, hosts i servidors en percentatges sobre un tamany de població

	Codi país	Despesa Internet hora punta (Set-2000)	Despesa Internet hora exc. (Set-2000)	Web sites per 1.000 habitants (2000)	Hosts per 1.000 habitants (Oct-2000)	Servidors segurs per 100.000 habitants (Jul-2000)	Preus de registre de domini (Jul-2000)

EUA ²	-	23,8	23,8	-	234,2	24,0	0,0
Canadà	(ca)	35,5	35,5	2,5	127,2	12,8	45,7
Nova Zelanda	(nz)	38,5	38,5	11,4	92,6	12,7	41,6
Finlàndia	(fi)	41,2	37,0	4,1	159,1	6,6	28,4
Austràlia	(au)	42,9	42,9	7,5	75,0	14,9	52,9

Corea	(kr)	44,6	43,8	3,7	10,8	0,5	28,7
Islàndia	(is)	45,3	34,4	15,0	130,8	24,4	48,5
Itàlia	(it)	45,7	38,8	3,2	32,6	1,4	146,6
Dinamarca	(dk)	48,1	42,0	20,5	72,5	5,4	11,0
Japó	(jp)	49,0	49,0	0,5	32,5	2,3	41,7

Alemanya	(de)	50,7	50,7	19,6	31,7	4,6	82,3
Suècia	(se)	58,4	36,0	6,8	106,3	9,2	32,2
França	(fr)	59,5	59,5	1,1	19,2	2,2	43,8
Regne Unit	(uk)	60,4	27,1	15,8	52,5	7,4	35,1
Noruega	(no)	63,9	51,1	8,5	116,5	6,1	17,4

Suïssa	(ch)	65,4	46,6	15,4	63,5	12,0	38,3
Àustria	(at)	70,5	45,7	11,6	57,6	5,5	54,7
Irlanda	(ie)	75,4	41,8	2,6	31,1	6,5	138,9
Espanya	(es)	77,1	31,3	0,6	15,7	1,9	71,6
Portugal	(pt)	77,2	57,8	1,3	13,4	1,2	80,5

Bèlgica	(be)	81,4	51,8	4,7	39,7	2,6	70,1
Holanda	(nl)	81,6	50,1	16,1	81,6	3,4	65,3
Luxemburg	(lu)	99,9	58,7	10,7	30,5	10,2	87,9

1. Exclosos Txèquia, Hongria, Polònia, Mèxic, Turquia i Grècia. 2. Com que el nombre de web sites per cada país s'assigna a través dels codis de domini, no hi ha informació per als EUA.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001a).

A les pàgines anteriors ens hem centrat en les principals característiques econòmiques de les tecnologies de la informació i la comunicació, de les quals, i a modus de resum, podem destacar el *notable augment de prestacions dels aparells informàtics*, que juntament amb *els importants avenços en la digitalització de les xarxes de comunicació*, han situat l'ús d'aquestes tecnologies gairebé a tots els àmbits de l'activitat humana. A més, hem vist com una de les principals repercussions de les TIC era una *davallada de preus de tots els béns i serveis que s'hi relacionen directament*, fins al punt que han fet tendir a la baixa els índexs de preus al consum dels països analitzats. I, finalment, s'han trobat *unes correlacions orientatives entre alguns indicadors de despesa de les comunicacions amb telefonia fixa, mòbil i Internet i un altre indicador relatiu al tamany de mercat*, cosa que ens confirma la idea intuïtiva segons la qual la introducció d'elements de competència efectiva impulsa la incorporació d'aquestes tecnologies al conjunt de l'activitat econòmica.

1.2. Coneixement i activitat econòmica

‘El coneixement és la nova base de la riquesa. Mai ho havia estat. En el passat, quan els capitalistes parlaven de la seva riquesa es referien a les fàbriques, als equipaments i als recursos naturals que posseïen. En el futur, quan els capitalistes parlin de la seva riquesa es referiran al control que tinguin sobre el coneixement. Fins i tot canvia el llenguatge de la creació de riquesa. Si es parla de posseir capital, equipament o recursos naturals, el concepte de possessió és clar. Però, no es pot parlar de la mateixa manera a l'hora de posseir el coneixement. La possessió de coneixement és un concepte difícil d'assumir. Els éssers humans que posseeixen coneixement no poden ser convertits en esclaus. De fet, un tema central en una economia basada en el coneixement és com es controla o es posseeix, exactament, el coneixement. Tot sovint, es descriu erròniament la transformació en curs com la revolució de la informació o la societat de la informació. És molt més que això. La major velocitat de la circulació de la informació o el fet que sigui més econòmica no són, en si mateixos, factors de gran valor. La informació només és un dels nous inputs utilitzats per a construir una economia diferent, poblada de productes i serveis molt distints. En la construcció d'aquesta nova economia basada en el coneixement, una major quantitat d'informació no és més important que els nous materials, les noves entitats biològiques o els nous robots. (Lester Thurow (2000). *Construir riquesa*, pàg. 20).

El següent estadi de la nostra investigació, una vegada vistes les principals característiques de les TIC, és, precisament, l'anàlisi dels béns i serveis resultants de l'aplicació intensiva d'aquestes tecnologies a l'activitat econòmica. Dit d'una altra manera, podem identificar algunes característiques relatives a la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica⁶⁰? I, si podem, quines són?. I, encara més, podem acabar afirmant que caminem cap una economia basada en el coneixement?. Per a respondre aquestes preguntes necessitem abordar prèviament que entenem, des del punt de vista econòmic, per coneixement?.

1.2.1. El coneixement com a recurs econòmic

Entenem per *coneixement* allò que ens diu l'*epistemologia*⁶¹, la teoria del coneixement: “el

60. La vinculació entre TIC i coneixement esdevé per dues vies. Primera, tot i que molt evident, les TIC són unes tecnologies i, per tant, són un estoc de coneixement per a fer coses reproduïbles. Segona, i com ja hem destacat reiteradament, aquestes tecnologies incideixen directament sobre el coneixement. Per tant, les TIC són l'exemple paradigmàtic, no l'únic, de la utilització del coneixement per a generar coneixement.

61. Aquesta expressió va ser encunyada per primera vegada durant la primera meitat del segle XIX a l'Alemanya posthegeliana. Com assenyalen Terricabres i altres (1998; 2001) “*es tractava del bateig de la reflexió filosòfica sobre la naturalesa, els fonaments, les condicions de possibilitat i els límits del coneixement*”. De fet, aquest pensament beu directament de l'obra de Descartes i de les pròpies arrels gregues de la filosofia, que es poden considerar el “*pare*” i els “*avis*” de la teoria del coneixement.

procés humà i dinàmic que consisteix en justificar una creença personal cap a la certesa". Aquesta visió del coneixement com a "*creença vertadera adequadament justificada*" situa el problema central de la seva teoria en la qüestió de la *justificació adequada* per a certes creences. Dit d'una altra manera, en l'explicació de la diferència entre el coneixement i la simple creença vertadera⁶². Per tant, els aspectes filosòfics relacionats amb el com justifiquem adequadament una creença són el nucli central de l'epistemologia, cosa que ens porta a les diferents concepcions que al llarg de la història de la filosofia ha tingut el fet de conèixer⁶³. Ara bé, i deixant de banda aquests aspectes, a la pròpia definició epistemològica del coneixement hi ha dos elements molt importants a destacar des del punt de vista econòmic. Primer, el fet que *el coneixement està relacionat amb l'acció humana* i segon, el fet que *la generació de coneixement és dinàmica*, ja que es crea en interaccions entre individus, grups, organitzacions i societats. Aquestes dues característiques porten al coneixement al nostre terreny. És a dir, l'acció humana i dinàmica de creació de coneixement es pot interpretar, entre altres, com una activitat econòmica. Més concretament, podem *parlar de la producció de coneixement?* Per veure-ho hem d'afinar, encara més, quina és la interpretació que des de l'anàlisi econòmica fem del coneixement?⁶⁴.

La primera cosa que cal aclarir és la distinció entre el coneixement i la *informació*: "*el flux de missatges a partir del qual es genera el coneixement*". Com assenyalen Nonaka i Byosiere (2000), tot i que ambdós conceptes estan molt relacionats, la visió econòmica s'ha de centrar en el fet que *la informació és un input, no l'únic, de la generació de coneixement*.

‘Tot i que els conceptes d'informació i coneixement s'utilitzen indistintament, hi ha una clara diferència entre ambdós. La informació és un flux de missatges, mentre que el coneixement es crea mitjançant aquest precís flux d'informació, falcat a les conviccions i el compromís del subjecte. La informació proporciona un nou punt de vista per a interpretar esdeveniments o objectes, per tant, la informació és un mitjà o un material necessari per obtenir i construir el coneixement. La informació influeix en el coneixement, afegint-li quelcom o reestructurant-lo'. (Ikujiro Nonaka i Philippe Byosiere (2000). "La creació de conocimiento regional: un proceso de desarrollo social" a *Las sociedades del conocimiento*, pàg. 8).

De fet, podríem afirmar que en *l'acte de conèixer s'estableix un flux acumulatiu entre tres elements: la informació, el coneixement manifestat a través d'informació i el coneixement difícilment manifestable a través de la informació*. Una analogia aclaridora. Suposem que una empresa que produeix un bé o un servei amb una elevada elasticitat-renda vol llançar una nova línia de negoci al conjunt de països de la Unió Europea, tot i que, per qüestions

62. Un evidència a favor de la veritat d'una creença en un moment determinat, tot i que pot semblar-nos impecable, pot acabar essent inadequada. Un exemple, als nostres ulls res no sembla tant evident com el fet que el sol gira al voltant de la terra. Ara bé, el raonament científic ens ha ensenyat que aquesta creença, clara als nostres ulls, no és certa. Un segon element, també important, el fet que una creença sigui vertadera no la converteix automàticament en coneixement, ja que, tot sovint, s'encerta la veritat per casualitat. Però, la casualitat no és coneixement.

63. No és la intenció d'aquest treball de recerca aprofundir en els aspectes filosòfics de les teories del coneixement. Només mencionar el fet que l'epistemologia és un edifici que s'ha anat construint a partir de les visions de molts autors. Des de la idea del *repte escèptic* de Descartes, passant per l'*aproximació empirista* anglesa de Bacon, Hume i Locke, pel *falsacionisme* de Popper, per la *investigació dels paradigmes i estructures* de Khun i Lakatos i per l'*anàlisi de l'objectivitat del coneixement científic* de Wittgenstein, fins a la *visió social del coneixement* analitzada, entre altres, per Rousseau, Marx, Nietzsche, Scheler, Mannheim i Schutz.

64. Hi ha una col·lecció de llibres de l'editorial Butterworth and Heinemann, que precisament incideix en la visió del coneixement com a recurs de progressiva importància econòmica. Sota la nostra perspectiva hi destaquen tres llibres que són el recull del pensament sobre aquesta temàtica de molts autors. Vegeu, Neef (1998), Neef, Siesfeld i Cefola (1998) i Cortada (1998).

operatives, vol fer-ho en dues fases en funció de les expectatives de beneficis. Ateses les característiques del seu producte, la primera cosa que necessita saber és el nivell de renda comparable dels països als quals vol introduir la seva nova mercaderia. Per a dur a terme aquesta investigació, l'equip responsable necessita en primer lloc d'informació, que pot ésser convertida o no en coneixement. Per exemple, el flux de creences relatives al nombre i al nom de països, quins són els principals indicadors de la renda per càpita o quines són les dades numèriques més adients per realitzar la investigació es poden convertir en coneixement o no en la mesura que l'equip investigador les justifiqui adequadament. Si els investigadors utilitzen el raonament científic i justifiquen empíricament que a la UE hi ha 15 estats, que un dels millors indicadors disponibles per el càlcul del nivell de renda és el PIB per càpita i que les dades numèriques més adients són les disponibles als organismes oficials haurà convertit en coneixement totes les seves creences inicials. De fet, tota la informació que s'hagi fet servir per a justificar el seu raonament s'haurà convertit en un input de la creació de coneixement. En canvi, tota la informació que no s'hagi utilitzat, per ser irrellevant, errònia, supèrflua o una combinació de les tres, no s'haurà convertit en coneixement. Ara bé, tot i tenir més coneixement que a l'inici de la investigació, l'equip responsable de posar en marxa la nova línia de negoci encara no té tots els elements per a prendre la decisió de prioritzar els països. És en aquest punt on intervé un tipus de *coneixement, que una vegada generat, es pot manifestar en forma d'informació*. Per exemple, demostrar que la Unió Europea és un mercat de gairebé 380 milions de persones, repartits en quinze estats, és un acte de coneixement, perquè justifiquem, en aquest cas empíricament, una creença. A més, el llistat del número d'habitants per estat de la UE es pot transmetre digitalment, perquè és fàcilment codificable, processable i emmagatzemable. Podem afirmar addicionalment que aquest coneixement es manifesta a través d'informació, en el sentit que és un flux de missatges que, seguint amb l'exemple, els investigadors de la nova línia de negoci poden utilitzar per a calcular el PIB per habitant i aproximar-se a un indicador del nivell de renda per càpita dels quinze països analitzats. Ara bé, si tanquéssim aquí el nostre anàlisi en fariem una descripció parcial. Hi ha un altre tipus de coneixement, difícilment manifestable en forma d'informació, que el nostre equip investigador ha utilitzat per arribar al seu objectiu. Està relacionat amb les habilitats o capacitats de l'equip per a dur a terme la investigació. Entre altres, el coneixement sobre les fonts d'informació més adients, el coneixement sobre la metodologia d'anàlisi numèrica de dades econòmiques o el coneixement sobre quines institucions fan anàlisis comparatives d'aquest tipus, són alguns exemples d'elements que l'equip investigador també haurà tingut en compte.

De fet, el que hem volgut posar de manifest amb aquest exemple és que *l'acte de conèixer té rellevància econòmica*. Dit d'una altra manera, el coneixement “és un recurs utilitzat diàriament pels agents econòmics per a prendre tot tipus de decisions de producció, de consum i d'inversió”. I, no només això, sinó que, a més, “aquest coneixement és econòmicament representable a través de la seva producció”. Hem vist, al nostre cas, com la producció de coneixement compta entre els seus recursos amb la informació i el propi coneixement. La simplicitat del supòsit així ens ho ha permès. Ara bé, i com destaca Thurow (2000), les activitats de producció de coneixement compten amb molts altres recursos com, per exemple, capital per a finançar-lo i tecnologia i treball per a produir-lo.

Lundvall i Johnson (1994) i Foray i Lundvall (1996) suggereixen que, a l'actualitat, l'activitat econòmica incorpora quatre tipus de coneixement: el *saber-què* (*know-what*), el *saber-perquè* (*know-why*), el *saber-com* (*know-how*) i el *saber-qui* (*know-who*). Vegem-los amb més detall:

- El *saber-què* es refereix al *coneixement sobre fets*. Un nou exemple relacionat amb l'anterior. Suposem, a més, que a la nostra empresa li interessa conèixer, ara per a Catalunya, les relacions entre els elements determinants del nivell de vida, cosa que inclou l'anàlisi de les seves capacitats productives, i els patrons de consum. Quanta gent viu a Catalunya?, quin nivell de renda comparativa té?, o com es distribueix el consum dels catalans? són exemples d'aquest tipus de coneixement. És fàcil veure que *aquesta tipologia de sabers s'identifica amb la informació*, ja que pot ser segmentada i representada fàcilment en fluxos de bits. El conjunt d'activitats econòmiques que es fonamenten en la gestió i difusió d'aquest tipus de coneixement és molt ampli. A tall d'il·lustració, citar les activitats de serveis a les àrees funcionals de l'empresa, entre altres, les d'assessoria, de consultoria i d'auditoria.
- El *saber-perquè* es refereix al *coneixement científic sobre les lleis de desenvolupament de la natura, de la ment humana i de la societat*. Aquest tipus de coneixement és extremadament important per el desenvolupament tecnològic d'algunes àrees productives com la indústria química i farmacèutica o l'elèctrica i electrònica. Sovint, l'accés a aquest tipus de coneixement accelera els avenços tecnològics i redueix el marge d'equivocació dels processos de prova i error. La producció i reproducció d'aquest tipus de coneixement es fa en el marc d'organitzacions especialitzades, com per exemple la universitat, cosa que en marca la seva capacitat d'accés. Seguint amb el nostre exemple el *saber-perquè* inclouria preguntes del tipus: quin és l'estil de vida dels catalans?, perquè consumeixen més lleure, educació i cultura que altres zones?, i, finalment, hi ha algun tipus de relació socioeconòmica entre la manera de ser dels catalans (el famós tarannà) i la seva estructura econòmica?
- El *saber-com* es refereix a *les capacitats per a fer coses (skills)*. Això, inclou un conjunt ampli de característiques que incorporen les persones i que poden anar des de les habilitats fins a la destresa, el talent i el do de cadascuna. L'empresari innovador que fa una prospectiva sobre una nova línia de negoci, el cap de recursos humans que ha de seleccionar una plantilla o els operadors de maquinària complicada, entre altres, han d'utilitzar el seu *saber-com* per a desenvolupar les seves tasques professionals. És important assenyalar que aquest tipus de coneixement no només té una essència pràctica. De fet, aquest és un dels aspectes que la pedagogia moderna desenvolupa a la formació de les persones i, no només això, sinó que amb la progressiva incorporació del coneixement a l'activitat aquestes capacitats també s'han de desenvolupar a dintre l'empresa. Si continuem amb el nostre exemple de Catalunya, el *saber-com* està relacionat, parafrasejant al professor Tugores, amb el desenvolupament de les aptituds i les actituds de les persones. Té alguna explicació el fet que la nostra creativitat hagi estat capaç de fer vertaderes aportacions⁶⁵ a la cultura universal?, hi ha alguna relació entre les nostres

65. Com les de Dalí i Miró a les arts plàstiques, Pla, Carner, Espriu i Brossa a la literatura, Gaudí i Sert a l'arquitectura i Casals i Montoliu a la música, només per citar-ne algunes de les més modernes i representatives.

capacitats i la manera de desenvolupar l'activitat econòmica? Com interactuen la creativitat per a produir i la despesa dels catalans?

- Finalment, el *saber-qui* fa referència a un tipus de coneixement que va prenent progressiva importància i que es basa en una combinació d'habilitats, inclosa la possibilitat d'actuació social. El *saber-qui* es fonamenta *en la informació sobre qui sap què? i qui sap com fer què?*. Però, especialment, aquest coneixement *inclou un conjunt de relacions socials per a accedir i utilitzar eficientment aquesta informació*. Aquest tipus de coneixement és molt important a l'actualitat ja que avui es planteja la necessitat d'accedir a un conjunt molt heterogeni de coneixements que, a més, estan molt dispersos. En resum, el *saber-qui* es refereix al *concepte xarxa de coneixement i al seu ús, de manera que relaciona i fa interactuar els tres anteriors*. Continuant amb el nostre exemple. Per a conèixer les relacions entre el nivell de vida, les capacitats productives de Catalunya i el seu patró de despesa els nostres investigadors necessiten d'un conjunt d'habilitats que, en les circumstàncies actuals, requereixen un alt contingut de *saber-qui*. La informació sobre la producció, la despesa i la renda de Catalunya, el coneixement científic sobre les habilitats productives i els patrons de despesa de la societat catalana i les capacitats de l'equip per accedir, coordinar i extreure conclusions de tot aquest conjunt tant heterogeni d'inputs són només alguns dels elements necessaris per a obtenir el resultat desitjat.

Aquests quatre tipus de coneixement es poden adquirir per diferents canals. Mentre que el *saber-què* i el *saber-perquè* són accessibles a partir dels llibres, les lectures i els accessos a dades, les altres dues categories s'obtenen bàsicament amb l'experiència pràctica. El *saber-com* s'obté, bàsicament, en les relacions d'aprenentatge educatives i també en el desenvolupament professional⁶⁶. El *saber-qui* s'aprèn a través de la pràctica social de la professió i, algunes vegades, a través d'entorns educatius especialitzats⁶⁷.

De fet, una característica addicional d'aquestes quatre tipologies de coneixement és que *mentre que el saber-què i el saber-perquè són fàcilment reproduïbles, el saber-com i el saber-qui presenten més dificultats a l'hora de transformar-los en informació*. Aquesta darrera característica, *la facilitat de reproducció*, ens porta a una altra agrupació de la producció de coneixement, desenvolupada per Polanyi (1958; 1978) i, més recentment, aplicada per David (1993). Es tracta de la distinció entre la producció de *coneixement explícit, observable o codificable* i la de *coneixement tàcit o implícit*⁶⁸. La producció de coneixement explícit, observable o codificable és *“aquella que es pot expressar en un llenguatge formal i sistemàtic, de manera que es possible processar-la, transmetre-la i emmagatzemar-la amb facilitat”*. La producció de coneixement tàcit o implícit és *“aquella que està associada al factor treball i*

66. La *metodologia d'aprenentatge formativa basada en l'explicació de casos reals* i l'aprenentatge en el desenvolupament de les tasques professionals diàries (*learning-by-doing*) o en la interacció amb els companys de feina (*learning-by-interacting*) són tres clars exemples de com es pot adquirir el *saber-com*.

67. La *relació amb altres professionals del sector*, a través de cursos especialitzats, conferències, congressos, fires, etc, el *diàleg entre tots els agents implicats a l'activitat empresarial* i la *vinculació docència, recerca i activitat econòmica* són algunes de les maneres de fer *saber-qui*.

68. Arribats a aquest punt s'han de citar dos treballs pioners que es focalitzen en la interpretació econòmica del coneixement i les seves repercussions, tant des de la vessant de les polítiques d'innovació (Lundvall i Borràs, 1997), com des de la vessant de les implicacions per al conjunt de l'activitat econòmica (Department of Trade and Industry -DTI- del Regne Unit, 1998).

compta amb elements tècnics i cognoscitius, del tipus experiència pràctica, habilitats i qualificacions difícils de detallar”.

Una vegada definides les principals característiques de la producció de coneixement; això és, les diferents formes rellevants del saber com a recurs econòmic i la seva agrupació a partir de la seva facilitat de reproducció, ja estem en disposició d'abordar la seva incorporació al conjunt de l'activitat econòmica. Dos elements a subratllar en aquest punt. Un primer element a destacar és el fet el *coneixement serà econòmicament rellevant sempre i quan es manifesti a l'activitat econòmica*. A tall d'exemple, el coneixement que incorporen les persones econòmicament inactives, el coneixement científic no aplicat a la producció o el coneixement observable no utilitzat per l'activitat econòmica no ens interessen des del punt de vista de la incorporació del saber a l'economia. Altra cosa és des del punt de vista de la producció del propi coneixement. En aquest cas, si que ens interessen, i molt, totes les vessants del saber no manifestades econòmicament.

Un segon element és la constatació del fet que *l'activitat econòmica sempre ha incorporat el coneixement com a recurs*. Un parell d'exemples paradigmàtics: *l'empresari innovador* i el *capital humà*⁶⁹. En efecte, la visió de l'empresari innovador, que acumula coneixement sobre la producció i el mercat del seu nou producte, o les teories de capital humà, vinculades a l'educació i la formació de la força de treball, són dos exemples significatius de la incorporació del coneixement als esquemes de producció. Ara bé, en aquest treball d'investigació sostindrem que a *partir de la segona meitat de la dècada dels noranta les tecnologies digitals han permès, fomentat i ampliat notablement la dotació econòmica del coneixement*, bàsicament per dues vies. La primera via ha estat *l'espectacular millora de l'accés i la gestió dels fluxos d'informació i de coneixement*, de manera que hem assistit a una *notable relaxació de les barreres a la difusió d'aquests dos recursos*, cosa que s'ha traduït en un notable increment del *coneixement explícit*⁷⁰. La segona via, que, de fet, està estretament vinculada amb la primera, ha estat *la millora de les possibilitats d'accés i difusió dels elements que incideixen en el coneixement tàcit*, bàsicament, els requeriments i habilitats formatives i d'experiència⁷¹.

En resum, i com intuïen ja fa un cert temps Nonaka (1991), Hatchuel i Weil (1995) i

69. Més endavant veurem com, precisament, aquestes han estat dues de les peces principals que l'anàlisi econòmica ha subratllat com a elements significatius en l'explicació del creixement econòmic.

70. Un exemple aclaridor. Fa uns pocs anys la despesa en temps per a l'obtenció de la informació i el coneixement necessari per l'elaboració d'aquest treball de recerca era molt superior a l'actual. La possibilitat d'accedir a les fonts directes d'informació, la consulta del coneixement previ i les facilitats de comunicació amb el director del projecte que hem permeten les tecnologies digitals eren impensables. De fet, a l'actualitat el problema és, precisament, el contrari que ara fa pocs anys: la quantitat d'informació i coneixement disponible és tal que la probabilitat d'excloure variables rellevants, d'incloure variables supèrflues o d'ambdues coses en el procés productiu del coneixement és realment alta. Espero, sincerament, que aquest no sigui el cas.

71. Seguint amb el nostre exemple. És indubtable que per a l'elaboració d'aquesta investigació són necessàries un conjunt d'habilitats i requeriments de difícil mesura i que agrupem sota el denominador comú del coneixement tàcit. Per exemple, i entre altres, es suposa que l'autor incorpora un cert coneixement dels recursos disponibles per a la obtenció de la informació, que té contactes amb d'altres investigadors i investigacions de la temàtica i que té les habilitats informàtiques, d'anàlisi, de síntesi i de comunicació requerides per un treball d'aquest tipus. Doncs bé, amb les tecnologies digitals, tot aquest conjunt de coneixements tàcits requerits, per bé que no amago uns costos d'entrada relatius a les capacitats de cada individu, són més fàcils d'incorporar. Entre altres coses perquè la disponibilitat del coneixement observable ho permet.

Foray i Lundvall (1998) i, més recentment, Antonelli, Geuna i Steinmueller (2000): “*l’augment en la dotació de coneixement observable, la transformació de coneixement tàcit en observable i el desenvolupament de nous requeriments i habilitats que aquest fet comporta ha generat un cercle virtuós en la producció de coneixement, que es constitueix com un dels recursos estratègics de l’activitat econòmica a l’actualitat*”.

1.2.2. El coneixement com a mercaderia

A l’apartat anterior hem vist la interpretació que fa l’anàlisi econòmica del coneixement com un recurs de progressiva importància. Ara bé, si limitéssim la nostra investigació a aquest aspecte en trauríem unes conclusions parcials, ja que, a l’actualitat, el coneixement no només és un recurs implícit per a la producció del conjunt de béns i serveis, sinó que també s’ha constituït en una mercaderia objecte de transacció econòmica. En aquest sentit és important assenyalar que *els béns i serveis o mercaderies coneixement* tenen unes característiques especials que hauríem d’ésser capaços d’analitzar. Per fer-ho distingirem entre les propietats econòmiques de les *mercaderies coneixement fàcilment reproduïble o observable* (derivades de l’aplicació econòmica del saber-que i del saber-perquè) i les propietats de les *mercaderies coneixement difícilment reproduïble o tàcit* (derivades de l’aplicació econòmica del saber-com i del saber-qui). Una aproximació a les característiques de les mercaderies coneixement fàcilment reproduïble és la de Shapiro i Varian (1999). Emprant el procés de digitalització com a punt de partida, aquests autors analitzen les propietats econòmiques dels *béns d’informació*⁷², amb l’objectiu d’obtenir una visió completa de l’estratègia empresarial dels seus mercats. La primera característica fonamental d’aquest tipus de béns és la seva *estructura de costos*. Com assenyalen els autors: “*La informació és cara de produir, però es barata de reproduir*”. En terminologia econòmica, aquesta característica ens diu que aquesta tipologia de béns i serveis coneixement tenen uns *costos fixos elevats i uns costos marginals baixos*⁷³. Aquesta estructura de costos té conseqüències importants a l’hora de fixar el preu, ja que aquest no es pot basar només amb el cost, sinó que ha d’incorporar la valoració que en fa el consumidor⁷⁴. Això, indefectiblement, ens porta

72. La definició emprada per als béns d’informació és molt àmplia: “*fonamentalment, entenem com a tal, qualsevol cosa que pugui ser digitalitzada – codificada com un conjunt de bits -. Per al nostre propòsit, els resultats del futbol, els llibres, les bases de dades, les revistes, les pel·lícules, la música, els índexs borsaris i les pàgines web són exemples de béns d’informació*”. És important assenyalar que aquesta anàlisi es circumscriu al coneixement que presenta facilitats de reproducció. Pensem, bàsicament, en la manifestació com a output del coneixement observable.

73. Efectivament, tots els béns i serveis coneixement de l’anterior nota al peu de pàgina tenen aquesta característica: són cars de produir, però molt barats de reproduir en el context digital. Qualsevol manual d’economia ens diria que aquesta característica s’identifica amb els *rendiments creixents a escala*. O sigui, amb augments de l’output superiors als increments de la dotació productiva dels inputs. Aquesta qüestió, que està directament relacionada amb la incorporació de la tecnologia a la producció, s’analitzarà en profunditat més endavant.

74. Pensem, per exemple, en un diari versió paper i versió digital i centrem-nos en la política de preus de venda, cosa que vol dir suposar que els costos fixos de producció d’ambdues versions són idèntics. És evident que els costos de reproducció de la versió paper són molt més elevats que els de la versió digital, entre altres coses perquè aquesta darrera no incorpora ni el cost del paper, ni el cost del capital i la ma d’obra de la reproducció física, ni els costos de distribució. Això vol dir que els costos marginals de reproducció en el cas digital són ínfims en relació amb la versió paper. Quina ha d’ésser la política de preus d’ambdues versions. En el primer cas està clar: un percentatge afegit al conjunt de costos de producció i reproducció. I en el cas digital?. Doncs bé, sembla evident que el preu s’ha de relacionar amb el valor que li dona el consumidor final, atesa la minimització dels costos de reproducció. És consistent aquesta visió amb el que passa a la realitat?. Pensem que si. El fet que, encara avui,

a les estratègies de *diferenciació del producte*, com a oportunitat per augmentar la valoració que fa el consumidor d'aquest tipus de béns i serveis. Un element col·lateral, però no menys important, *l'administració de la propietat intel·lectual*. Si les mercaderies coneixement observable són barates de reproduir, també són barates de copiar, de manera que aquesta qüestió posa sobre la taula un element cabdal: *la propietat i la gestió de la propietat d'un element clau de competitivitat: el coneixement*⁷⁵.

Una segona característica del coneixement observable com a mercaderia és la consideració de *bé d'experiència*. Un bé o servei és d'experiència si *els consumidors l'han de provar per a poder-ne determinar la seva utilitat*. Tot i que qualsevol bé i servei nou és d'experiència, cal destacar que les mercaderies coneixement observable són d'experiència perquè l'usuari final no en pot determinar llur utilitat fins que les consumeix⁷⁶. I, a més, això passa cada vegada que es planteja la necessitat de consum. Des de la vessant de l'empresa, aquesta situació es produeix quan a mesura que augmenta l'experiència en l'activitat productiva és redueix el cost per unitat produïda. Com assenyala Cabral (1997): *“les economies d'experiència corresponen a la situació en la qual el cost mig de producció és*

podem trobar la majoria de la premsa escrita a Internet i de franc no obeeix al fet que els empresaris del sector deixin de banda el seu objectiu de maximitzar beneficis, ni al fet que els costos de reproducció digitals siguin tant petits, que ho són, que es pugin obviar. El que passa és que la valoració del consumidor final encara no és tan favorable (per diverses raons, que podrien anar des de la disponibilitat a pagar per llegir en paper fins a les incomoditats per accedir al diari digital, llegir en pantalla o imprimir un notícia) com per voler-ne pagar un preu. Segurament, la premsa escrita té un gran futur. Ara bé, també és evident que a mesura que millorin les condicions d'accessibilitat i usabilitat de la premsa digital (i això implica estratègies competitives de diferenciació per part dels productors) n'augmentarà la valoració que en fan els seus consumidors. De fet, actualment ja podríem citar alguns exemples de pagament, via subscripció o altres, per a l'obtenció de coneixement especialitzat en format digital.

75. No és la intenció d'aquest treball de recerca aprofundir en aquesta qüestió. Només, un parell d'idees al respecte. Primera, hem vist quan analitzàvem les característiques econòmiques de les TIC en general, i d'Internet en particular, que una de les seves propietats és llur dimensió global. Doncs bé, una política de gestió dels drets de propietat intel·lectual hauria de tenir-ho molt en compte. Entre altres coses perquè una instrumentació parcial podria ser del tot contraproduent. Un exemple: suposem que un estat concret decideix prohibir les pàgines web que es dediquen a distribuir, gratuïtament i en format digital, música (els famosos MP3). No haurien de passar gaires dies perquè a d'altres llocs del món sorgissin iniciatives similars, que podrien augmentar encara més la dimensió del problema: la reducció d'ingressos per drets d'autor. Això, ens porta a un dels elements cabdals de la regulació de la xarxa: *la necessitat d'un marc regulador de la mateixa dimensió que el mercat, és a dir, global*. Segon, i molt enllaçat amb el primer, la necessitat d'incidir en la *maximització dels drets de propietat intel·lectual i no tant en la maximització de la protecció d'aquests drets*. Un exemple, que posa l'èmfasi en la *complementarietat* dels formats de molts béns i serveis coneixement. Sovint, és té la percepció que Internet és *“una fotocopiadora digital a gran escala i incontrolable”* i s'oblida la possibilitat d'obrir noves i importants línies de negoci. Tot sembla indicar que la indústria del sexe n'és un exemple paradigmàtic. Al principi de la digitalització les principals empreses del sector eren reticents al nou mercat que s'obria amb Internet, perquè era vist com una línia de negoci substitutiva i, molt sovint, deslleial. Ara bé, les millores d'usabilitat i alguns nous desenvolupaments tecnològics (com, per exemple, les webcams) van fer canviar la valoració d'aquests béns i serveis per part del consumidor final, fins al punt que avui dia una de les principals partides de comerç electrònic al consum són els productes del sexe. Precisament, la clau de l'èxit d'aquesta indústria va ser la percepció, per part d'alguns empresaris, que Internet suposava una oportunitat per a maximitzar els ingressos, més que no pas una limitació a l'activitat del sector.

76. Els béns i serveis de la indústria de creació, edició i difusió de continguts en són un clar exemple. El lector d'un llibre, l'usuari d'un servei d'educació o l'espectador d'una pel·lícula no poden determinar la utilitat que els hi representa la mercaderia que han adquirit fins que no l'han consumit. El marketing ha dissenyat tot un conjunt d'estratègies per a superar aquesta dificultat. Bàsicament, es basen en la demostració parcial del contingut (avenços editorials, informació sobre el curs o tràilers sobre la pel·lícula) o la senyalització de la qualitat a través de la marca (branding). Per a més informació sobre aquest i d'altres components del marketing a Internet, vegeu l'excel·lent llibre de la professora Inma Rodríguez (2000).

decreixent amb l'experiència de l'empresa". De fet, les empreses productores de mercaderies coneixement observable redueixen el cost unitari de producció a mesura que augmenta l'experiència sobre la percepció final que té el consumidor de les seves mercaderies⁷⁷. D'aquesta manera, es genera un flux circular de percepcions entre empresaris i consumidors de mercaderies coneixement observable a mesura que augmenta l'experiència d'ambdós agents econòmics.

Una tercera característica de les mercaderies coneixement fàcilment reproduïble és la *utilitat marginal decreixent que genera el seu accés*. Com assenyalen Shapiro i Varian (1999) aquesta idea de *saturació* genera una sensació de sobrecàrrega de coneixement accessible: "*Com que avui dia la informació és accessible d'una manera tan ràpida, universal i barata no ens ha de sorprendre que tot el món es queixi de la saturació informativa. El problema que tenim avui dia no és d'accés a la informació, sinó de sobrecàrrega de la informació*"⁷⁸. Per tant, aquesta tipologia de mercaderies coneixement es caracteritza per un grau de satisfacció del consumidor que va disminuint a mesura que augmenta la sensació de saturació resultant de la sobrecàrrega d'outputs als quals pot accedir. De fet, aquesta és una de les motivacions, juntament amb l'estructura de costos, de les estratègies de diferenciació i fidelització que fan moltes empreses d'aquests tipus de mercaderies.

Una quarta característica relacionada amb l'evolució convergent de les tecnologies digitals, però també amb les estratègies diferenciadores del producte de les empreses, són les *importants barreres de sortida de les mercaderies coneixement observable*. Dit d'una altra manera, la dependència tecnològica dels usuaris d'aquest tipus de coneixement fa que els costos de canviar (o el *lock-in*) siguin molt elevats⁷⁹. Finalment, les mercaderies coneixement fàcilment reproduïble tenen una cinquena atribució que es deriva de la progressiva utilitat per als consumidors d'un nombre creixent d'usuaris. Aquesta característica, que en termes econòmics s'anomena *externalitats de xarxa* és la que presenten les mercaderies derivades de l'aplicació productiva de les tecnologies de la informació i la comunicació. De fet, es tracta de la translació a l'activitat econòmica de la llei de Metcalfe.

Una visió similar de les característiques de les mercaderies coneixement observable és la de Shy (2001). Segons l'autor, que analitza el comportament d'aquests mercats, les mercaderies intensives en aquest tipus de coneixement presenten quatre característiques bàsiques. Primera, *la complementarietat, la compatibilitat i els estàndards*. Segona, *les externalitats del consum*. Tercera, *els costos enfonsats*⁸⁰ i *el lock-in*. I, quarta, *les importants*

77. Per exemple, és fàcil adonar-se que els costos mitjans de producció dels continguts digitals tendeixen a caure a mesura que els seus productors acumulen experiència sobre les preferències dels consumidors finals.

78. Herbert Simon, premi Nobel d'economia, sintetitzava molt acuradament aquesta propietat: "*la riquesa d'informació provoca una pobresa d'atenció*".

79. Aquests costos del canvi són molt amplis i poden anar des de la despesa associada a un canvi de tecnologia fins a la despesa d'aprenentatge de nous coneixements –*wetware*– dels agents econòmics. A tall d'exemple i com assenyalen els autors: "*la majoria de nosaltres ha sofert el cost de canviar d'un software a un altre: és més que probable que els fitxers de dades no siguin totalment transferibles, que sorgeixin incompatibilitats amb altres programes i, el que és més important, que faci falta un nou ensinistrament*".

80. Els *costos enfonsats o irrecuperables* són aquells costos que l'empresa no pot recuperar encara que s'aturi la producció. A tall d'exemple, si una empresa construeix un edifici i una vegada acabat decideix no fer-lo servir pot recuperar part de la inversió venent o llogant l'edifici. Ara bé, els costos de fer una pel·lícula, un CD-Rom o una pàgina web són, en gran part, irrecuperables si l'empresa que els ha assumit decideix aturar la seva activitat.

economies d'escala a la producció. Per tant, hi ha consens en relació amb quines són les característiques econòmiques bàsiques de les mercaderies coneixement fàcilment reproduïbles o transformables en informació⁸¹. Ara bé, com es destacava més amunt, les mercaderies coneixement també incorporen un tipus de saber que és més difícilment reproduïble. De fet, es tracta, bàsicament, de la comercialització del saber-com i del saber-qui. Quines són les propietats econòmiques d'aquests tipus de mercaderies?⁸² En primer lloc, cal destacar, com també ja s'ha comentat, la dificultat de processar-les, emmagatzemar-les i transmetre-les. Això, ens porta a una consideració econòmica rellevant: *la dificultat de reproducció*⁸³. Els costos marginals d'aquest tipus de mercaderia coneixement són superiors als de les mercaderies coneixement observable i, per tant, la condició de rendiments creixents s'hi dona amb menys intensitat. Ara bé, això no vol dir en cap cas, que els béns i serveis coneixement tàcit trenquin amb la *concepció de no rivalitat*⁸⁴, pròpia de les mercaderies coneixement. De fet, com veurem més endavant, una de les principals característiques de l'economia del coneixement és *que el procés d'innovació tecnològica ha permès una substancial millora de la reproducció*, i per tant una reducció dels costos marginals, *de les mercaderies coneixement tàcit*⁸⁵.

La segona característica a analitzar dels béns i serveis coneixement tàcit és la consideració de *béns d'experiència*. En aquest punt hi ha coincidència amb les mercaderies coneixement observable, en la mesura que la utilitat per al consumidor es determina a partir del seu consum. Tot i això, igual que en el cas anterior, les TIC incideixen sobre la utilitat del productor i el consumidor en el sentit que faciliten i milloren l'intercanvi d'informació (o les mostres del contingut). Pel que fa a la *utilitat marginal decreixent en l'accés de les mercaderies coneixement tàcit*, tot sembla indicar que la saturació del consum és molt inferior que en el cas del coneixement observable. Bàsicament per dues raons. Primera, pel fet, ja comentat, que la dificultat de reproducció fa que aquestes mercaderies no estiguin tant presents als mercats digitals com les mercaderies fàcilment transformables amb informació. I, segona, pel fet que les mercaderies coneixement tàcit esdevenen prioritàries per al desenvolupament de l'activitat econòmica, cosa que en fomenta la seva demanda⁸⁶.

81. Altres investigacions, amb objectius ben diversos, també apunten a aquestes característiques com les més importants de les mercaderies coneixement fàcilment reproduïble. Entre altres, s'han de citar els treballs de Brynjolfsson (1996), Lucas (1999), Brynjolfsson i Hitt (2000b) i Zerdick et al. (2000).

82. Alguns exemples de mercaderies coneixement difícilment reproduïble són les capacitats, habilitats, talent o destresa que incorpora la força de treball a l'activitat econòmica, el coneixement dels agents econòmics sobre la producció, el mercat o un sector determinat i les capacitats d'interacció social per a conèixer amb profunditat les característiques d'una activitat econòmica. Tot i que hi ha alguns mercats d'aquest tipus de coneixement, el de *head-hunters* en seria el més paradigmàtic, molts d'aquests intercanvis de coneixement, com assenyalen Hall (1989) i Bohn (1994), es donen a l'interior de l'empresa.

83. A tall d'exemple: es fàcil adonar-se que és més fàcil reproduir digitalment un llibre, un CD o una pel·lícula, que les habilitats dels treballadors per a desenvolupar la seva feina.

84. La idea de *bé no rival* ens posa de manifest el fet que una vegada generat aquest bé pot ésser consumit per més d'una persona. La diferència entre un plàtan (bé rival) i una fórmula matemàtica (bé no rival) és, precisament, el fet que la primera només es pot consumir una vegada, mentre que la segona, una vegada generada, és aplicable a l'activitat econòmica tantes vegades com es vulgui.

85. Avui dia, amb l'ús de les TIC, és possible no només accedir a gran quantitat d'informació i formació que incideixen sobre el coneixement tàcit, sinó que també s'han desenvolupat nous mercats de mercaderies coneixement tàcit. Per exemple, les empreses d'Internet que intermedien entre l'oferta i la demanda de treball.

86. Podríem arribar a afirmar que mentre que en el cas d'algunes mercaderies coneixement observable els consumidors poden tenir la sensació d'*excés d'oferta*, en el cas de les mercaderies coneixement tàcit, més aviat hi ha la sensació d'un *excés de demanda*. Un exemple d'actualitat. Suposem que un ciutadà, amb accés a les

D'altra banda, la dificultat a l'hora de traslladar el coneixement tàcit cap una activitat subjecte a transacció econòmica també *minimitza l'efecte de les barreres de sortida* o de canvi d'un tipus de mercaderia coneixement tàcit cap un altra. Per últim, si que cal destacar una característica important d'aquest tipus de mercaderia coneixement. Es tracta de les *importants externalitats de xarxa i d'ús dels béns i serveis coneixement tàcit*. Aquestes venen per dos costats. Primer, igual que al coneixement observable, per l'augment de la utilitat que genera un increment del nombre d'usuaris (*externalitats-xarxa d'ús*). Segon, per les pròpies característiques del saber, amb una important representativitat del coneixement relacional (el saber-qui) que incorporen aquest tipus de mercaderies (*externalitats de xarxa*). El quadre 1.9. recull les principals característiques econòmiques de les mercaderies coneixement observable i de les mercaderies coneixement tàcit.

Quadre 1.9. Les característiques econòmiques de les mercaderies coneixement observable i coneixement tàcit

Tipus de coneixement	Facilitat de reproducció	Tipus de béns	Propietats econòmiques	Exemples
Saber-què	Coneixement observable	No rival Bé d'experiència Capacitat d'exclusió	Rendiments creixents alts Utilitat marginal decreixent Fortes barreres sortida Externalitats-xarxa d'ús	Imatges TV cable Imatges TV normal Aplicació corrent software Aplicació espec. software
Saber-perquè	Coneixement observable	No rival Bé d'experiència Exclusió mitjana	Rendiments creixents alts Utilitat marginal constant Barreres sortida mitjanes Externalitats-xarxa d'ús	Àlgebra de la suma Àlgebra del hamiltonià Algorisme sistema binari Algorisme programació
Saber-com	Coneixement tàcit	No rival Bé d'experiència Baixa exclusió	Rendiments creixents mitjans Utilitat marginal creixent Poques barreres de sortida Externalitats-xarxa d'ús	Borsa treball Internet Borsa treball esp. Internet Habilitats treb. manual Habilitats treb. especialitzat
Saber-qui	Coneixement tàcit	No rival Bé d'experiència Baixa exclusió Externalitats de xarxa	Rendiments creixents mitjans Utilitat marginal creixent Poques barreres de sortida Externalitats-xarxa d'ús	Habilitats de relació entorn Habilitats coneix. entorn

Font: Elaboració pròpia.

tecnologies digitals, es vol informar de la situació a l'Afganistan. El coneixement observable relatiu a les qüestions del què està passant i amb el perquè de la guerra es tan massiu, que segurament no esgotarà totes les fonts d'informació disponible. De fet, l'usuari es veurà obligat a fer una selecció de les fonts d'informació i escollir-ne algunes. Ara bé, l'accés al coneixement més qualitatiu que intenta respondre al saber-com i al saber-qui ja no es tant accessible. Les respostes a les preguntes de com s'ha desenvolupat realment la guerra?, quins instruments bèl·lics s'han fet servir realment? i quins i com són els actors de les possibles vies de sortida al conflicte? són més difícils de trobar. La mateixa traducció es pot fer amb algun dels exemples més representatius de les mercaderies coneixement observable i tàcit. L'accés, a través dels mercats digitals, de tot tipus de mercaderies de coneixement observable, des dels béns i serveis derivats de l'aplicació econòmica de les TIC fins al coneixement científic desenvolupat als centres d'investigació, es fàcilment accessible. Ara bé, l'accés a les mercaderies coneixement tàcit ja no es tant fàcil, entre altres coses per la pròpia dificultat de plasmació econòmica d'aquest tipus de coneixement, que, sense cap mena de dubte, també és molt rellevant per al desenvolupament de l'activitat. Si bé, podem trobar mercats digitals de mercaderies del hardware, del software, de patents i de productes informatius és molt més difícil trobar mercats digitals d'habilitats, capacitats o coneixement sobre un producte, un sector o una activitat econòmica concreta. No és gaire difícil d'entreveure que a mesura que les tecnologies digitals vagin perfeccionant-se aquests tipus de mercats s'aniran concretant, atesa la importància que tenen per al desenvolupament de l'activitat econòmica.

Amb el punt de partida de les quatre tipologies del saber que s'incorporen a l'activitat econòmica i, tenint en compte la capacitat de reproducció que en manifesten les mercaderies resultants, veiem com les mercaderies coneixement observable i coneixement tàcit:

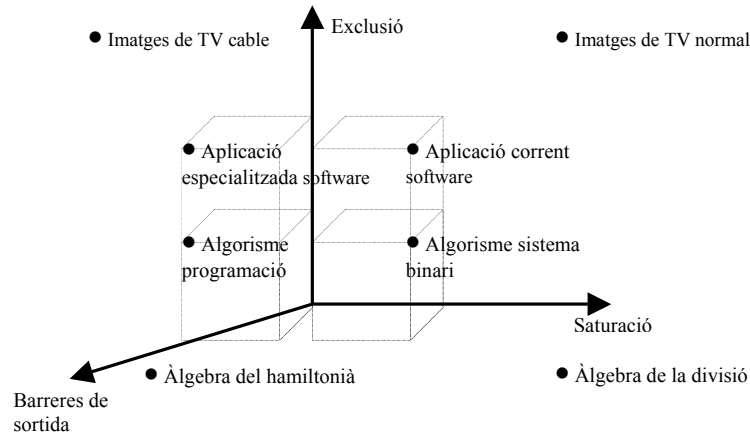
- a) Són *mercaderies no rivals i béns d'experiència*, en tant i en quant són mercaderies coneixement. Amb tot, hi ha un tercer element que les distingeix. Es tracta de les *possibilitats d'exclusió del consum que té l'empresari*⁸⁷. A mesura que les mercaderies coneixement es fan menys fàcilment transformables en informació, la possibilitat d'excloure o controlar-ne el consum és menys acusada. Finalment, per les característiques intrínseques al coneixement tàcit, les mercaderies basades en el saber-qui presenten *externalitats de xarxa*.
- b) Les mercaderies coneixement observable presenten *alts rendiments creixents a escala*, associats a la seva facilitat de reproducció. A més, determinen una *utilitat marginal al consum decreixent o constant*, en funció de la percepció de saturació que té el consumidor final⁸⁸. La mateixa idea es repeteix amb les *barreres de sortida*. La complementaritat, la compatibilitat i els estàndards de moltes mercaderies coneixement observable fan que els costos de canvi per part del consumidor siguin elevats, tot i que decreixents en funció de la seva menor especialització i aplicació a l'activitat econòmica. I, per últim, aquest tipus de mercaderies coneixement presenten importants *externalitats de xarxa en el seu ús*. A mesura que augmenta el nombre de consumidors de les mercaderies coneixement observable n'augmenta la utilitat agregada del seu conjunt. Per tant, i com recull la figura 1.10, podem col·locar alguns dels exemples més representatius d'aquests tipus de mercaderies en funció de tres dels seus elements distintius: *la capacitat d'exclusió, les barreres de sortida i la saturació del seu consum*⁸⁹.

87. Aquest concepte, desenvolupat per Paul Romer (1993), incideix en la idea de la capacitat que té l'empresari d'evitar (o controlar) el consum d'una mercaderia. Citant els seus exemples, les possibilitats de controlar el consum d'un càlcul matemàtic o la defensa nacional són molt més petites que les d'una aplicació de software o les imatges de TV per cable.

88. Com que la manifestació a través de la informació és molt més massiva a les mercaderies coneixement observable basades en el saber-què que a les basades en el saber-perquè, les percepcions de saturació dels consumidors també són inferiors. Així, es considera que les mercaderies coneixement observable basades en el saber-què determinen una utilitat marginal al consum decreixent, mentre que a les mercaderies coneixement observable basades en el saber-perquè la utilitat marginal que se'n deriva és constant.

89. En efecte, al gràfic 1.9. s'han col·locat algunes mercaderies coneixement observable en funció d'aquests tres elements diferenciadors. Així, les *imatges de la TV normal* presenten una alta capacitat d'exclusió per part de l'empresari combinada amb una sensació elevada de saturació per part del consumidor, mentre que les *imatges de la TV per cable* combinen aquesta elevada capacitat d'exclusió amb unes notables barreres de sortida per part del consumidor. Per l'altre costat, tenim alguns exemples de mercaderies coneixement basades en el saber-perquè, que combinen una certa sensació de saturació (*àlgebra de la divisió*) amb les barreres de sortida (*programari d'àlgebra del hamiltonià*), sense tenir, però, gaires possibilitats d'exclusió del consum. Entremig d'aquests casos extrems hi ha un ampli ventall de mercaderies coneixement observable. Al gràfic hi ha representades les *aplicacions del software*, amb una capacitat d'exclusió mitjana combinada amb una percepció de saturació (*aplicacions corrents*) i importants barreres de sortida (*aplicacions especialitzades*) i els *algorismes*, encara amb menys capacitat d'exclusió, combinada amb una certa sensació de disponibilitats massiva (*algorisme sistema binari*) i notables barreres de sortida (*algorisme de programació*).

Figura 1.9. Alguns exemples de mercaderies coneixement observable, en funció de la capacitat d'exclusió, les barreres de sortida i la saturació del consum



Font: Elaboració pròpia.

- c) Les mercaderies coneixement tàcit presenten *menors rendiments creixents a escala*, associats a la seva dificultat de reproducció. A més, determinen una *utilitat marginal al consum creixent*, derivada de la importància que tenen aquest tipus de mercaderies per al desenvolupament de l'activitat i pel fet de la seva dificultat de plasmació en formats digitals. Aquesta darrera característica, també ens permet afirmar que les mercaderies coneixement tàcit *no presenten excessives barreres de sortida*. Per últim, si que és remarcable el fet que les mercaderies coneixement tàcit associades al saber-qui es defineixen com a *mercaderies-xarxa*, ja que la pròpia incorporació d'aquest saber més relacional i interactuador amb l'entorn així ho requereix. A més, i com a mercaderies coneixement que són, els béns i serveis coneixement tàcit també presenten *externalitats de xarxa en el seu ús*. O sigui, que quantes més persones s'incorporin a aquests mercats, més n'augmenta la utilitat conjunta del consum⁹⁰.

En resum, en el decurs d'aquest apartat hem vist com el *coneixement és un recurs i una mercaderia de progressiva importància en l'activitat econòmica*. De fet, i a partir de la visió epistemològica del coneixement ens hem endinsat en les interioritats de la seva producció. Aquesta anàlisi ens ha fet veure que la producció de coneixement és quelcom singular, ja que per al fet humà i dinàmic de conèixer utilitzem la informació i dos tipus bàsics de coneixement: el que és fàcilment reproduïble i el que no ho és. Aquesta distinció ens ha

90. Al quadre 1.9 es detallen alguns exemples d'aquests tipus de mercaderies. Destaquen *les borses de treball* (especialitzat o no) que s'han desenvolupat darrerament a Internet, així com les *mercaderies derivades de les habilitats de la força de treball*, ja siguin pel treball manual, especialitzat o de relació amb l'entorn. Com veurem més endavant aquestes mercaderies, incorporades al conjunt de la força de treball, es valoren econòmicament amb els sous i salaris dels treballadors, si bé hi ha alguns mercats especialitzats com, per exemple, el de head-hunters o el d'investigadors.

portat a analitzar les quatre tipologies del saber que s'incorporen a l'activitat econòmica en forma de recurs: el saber-què, el saber-perquè, el saber-com i el saber-qui, tot distingint-los en funció de la seva facilitat de reproducció com a coneixement observable i coneixement tàcit. Amb tot, si haguéssim aturat aquí la nostra anàlisi hauríem fet una descripció parcial de la realitat, ja que a l'activitat econòmica diària s'acumulen un important nombre de transaccions de mercaderies coneixement. Per aquest motiu, s'han estudiat les propietats econòmiques d'aquestes mercaderies en funció de la seva facilitat de reproducció, cosa que ens porta a afirmar que a l'actualitat hi ha dos tipus de mercaderies coneixement: *les mercaderies coneixement observable* i *les mercaderies coneixement tàcit*. Per tant, hem vist com *les tecnologies digitals han assentat les bases no només d'una major utilització del coneixement com a recurs, sinó que també han definit un conjunt de nous béns i serveis, que agrupem sota el denominador comú de mercaderies coneixement observable i mercaderies coneixement tàcit*.

1.2.3. L'economia del coneixement

Com assenyalàvem a l'inici del capítol, tot sembla indicar que les economies actuals es caracteritzen per la consolidació del coneixement com un recurs i una mercaderia de progressiva importància. Fins ara, hem analitzat les propietats econòmiques del coneixement seguint una *metodologia de dins cap a fora*. És a dir, primer hem estudiat les característiques de la revolució de les tecnologies de la informació i la comunicació per, en un segon estadi, analitzar les propietats del coneixement com a recurs i com a mercaderia. Ara bé, seguint amb aquesta metodologia d'anàlisi del centre cap a la perifèria, encara hi ha un element que no hem abordat i que ens ha permès afirmar que *camíem cap una economia basada en el coneixement*. Es tracta de la *incorporació del coneixement a la resta de l'activitat econòmica*⁹¹. De fet, aquest tercer element és el que ens permet aproximar-nos a la noció d'*economia del coneixement*. Dit d'una altra manera, amb la incorporació dels efectes sinèrgics del coneixement cap a la resta de les activitats econòmiques, ja estem en disposició d'abordar una definició sobre què entenem per economia del coneixement?

Tot i això, per aproximar-nos a aquest concepte hi ha dos passos previs. Primer, revisarem la interpretació econòmica del coneixement i, segon, veurem, breument, què entenem per economia?. Ja hem vist anteriorment què entenem per coneixement?. A títol de recordatori: *el procés humà i dinàmic de justificació adequada d'una creença*. Més concretament, i des de la vessant econòmica: *l'aplicació a l'activitat econòmica de quatre tipus de sabers: el saber-què, el saber-perquè, el saber-com i el saber-qui*. És important assenyalar que aquesta és una visió àmplia del coneixement. De fet, com suggereixen, entre altres, Drucker (1993), Rosenberg (1996), Neef (1998) i Schwartz, Kelly i Boyer (2000): *“una visió completa del coneixement ha d'incorporar no només el coneixement científic i la tecnologia sinó que també ha d'incloure el coneixement tècnic i les habilitats de la força de treball”*. El segon pas, és analitzar el concepte d'economia. Tot i que, com es pot apreciar al quadre 1.10, no

91. De fet, com hem vist al aproximar-nos metodològicament a les revolucions tecnològiques, una de les condicions per a l'evidència d'un nou tipus d'economia és precisament aquesta: la incorporació del nou recurs, determinant de la productivitat, al conjunt de l'activitat econòmica. En el nostre cas, aquestes sinèrgies es deriven de la utilització econòmica del coneixement com a recurs (i això inclou l'ús de les TIC, però també els quatre tipus de sabers) i de la utilització de les mercaderies coneixement observable i coneixement tàcit.

sempre hi ha hagut consens en relació amb quin és l'objecte d'estudi econòmic, si que podem afirmar, a partir de la síntesi final de Robbins (1932), que per economia entenem: *“la ciència que estudia el comportament humà com la relació entre uns fins i uns mitjans que tenen usos alternatius”*. Aquesta visió, que recull les aportacions de l'escola clàssica, marxista, neoclàssica i keynesiana⁹², fa incidència en el fet que l'economia analitza *“el comportament dels agents econòmics en un context que es caracteritza per la voluntat d'assoliment d'unes fites a través de la utilització d'uns mitjans amb usos alternatius”*. Des d'una altra òptica, i com assenyala Schumpeter (1954), el mètode científic en economia, representat per *l'anàlisi econòmica*, *“estudia les qüestions relacionades amb el com es comporta la gent a qualsevol moment i quins són els efectes econòmics que es deriven del seu comportament”*. Per tant, l'economia circumscriu la seva anàlisi a l'estudi del comportament dels agents i dels fets econòmics.

Quadre 1.10. Algunes definicions d'economia

Autor	Any	Escola	Definició
A. Smith	1776	Clàssica inicial	Recerca sobre la naturalesa i les causes de la riquesa de les nacions.
D. Ricardo	1817	Clàssica inicial	La determinació de les lleis que regulen la distribució de la renda entre les tres classes socials (terratiments, capitalistes i obrers) de la comunitat.
J.S. Mill	1848	Síntesi clàssica	L'economia política és la ciència que tracta de la producció i la distribució de la riquesa en allò que depèn de la naturalesa humana i de les conseqüències pràctiques que se'n poden derivar.
K. Marx	1859	Marxisme	L'economia política és l'estudi de l'anatomia de la societat civil.
F. Engels	1859	Síntesi Marxista	L'economia política és l'anàlisi teòrica de la moderna societat burgesa.
A. Marshall	1890	Neoclàssica	L'economia és l'estudi de la humanitat. A partir de l'economia aquesta viu, es mou i pensa en els assumptes ordinaris de la vida.
L. Robbins	1932	Síntesi final	L'economia és la ciència que estudia el comportament humà com la relació entre fins i mitjans que tenen usos alternatius.

Font: Reproduït d'Argemí (2000).

Fetes aquestes apreciacions, podem afirmar que per *economia del coneixement* entenem: *“l'anàlisi del comportament i dels fets relacionats amb l'aplicació econòmica del saber”*. Varies anotacions al respecte. Primera, tot i que molt evident, l'economia del coneixement és anàlisi econòmica i, per tant, utilitza l'aproximació metodològica de l'economia com a ciència⁹³. Segona, entenem per aplicació econòmica del saber: *“la incorporació a les activitats econòmiques d'un ampli ventall de coneixements, que van des del científic i tecnològic fins al tècnic o a les habilitats, fàcilment transmissibles o no, dels agents econòmics”*. Per tant,

92. És important no perdre de vista que aquesta concepció de l'economia s'inscriu en la dinàmica del desenvolupament capitalista. I això, bàsicament vol dir dues coses. Primera, que l'objectiu fonamental del sistema és la maximització de beneficis, cosa que ens porta al creixement econòmic a través de la inversió. I, segona, que les transaccions econòmiques es fan al mercat. Ambdós elements conflueixen en el cicle econòmic propi de la dinàmica capitalista.

93. Com assenyala Schumpeter (1954), aquesta aproximació fa incidència en tres pilars o instruments d'anàlisi: *la història, la teoria i l'estadística*. Això no vol dir en cap cas que l'economia del coneixement no utilitzi altres aproximacions disciplinars. Ben al contrari, per les pròpies característiques del coneixement no es pot fer una aproximació global al comportament i als fets econòmics que se'n deriven sense visitar aspectes metodològics, tecnològics, sociològics i filosòfics, per citar-ne alguns dels utilitzats en aquest treball d'investigació.

l'economia del coneixement no es circumscriu només a l'anàlisi de l'aplicació econòmica dels desenvolupaments científics i tecnològics, ni es pot assimilar amb l'economia de l'educació, ja que aquests són alguns dels sabers, no tots, que s'incorporen a l'activitat econòmica. Tercera, tot i que s'inscriu dins de l'economia, l'economia del coneixement no és l'anàlisi d'un sector o d'un recurs econòmic concret. És molt més que això. Hom podria pensar que l'economia del coneixement s'equival, per exemple, a l'economia del turisme o a l'economia del treball, però cal insistir en la *transversalitat i profunditat del concepte*. L'aplicació econòmica del coneixement transforma tant a les activitats de producció, amb nous recursos i mercaderies i canvis en els ja existents, com a les activitats de demanda, ja siguin de consum, d'inversió o de sector exterior. De fet, la manifestació del saber a l'activitat econòmica a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta ha canviat el comportament dels agents econòmics, tot generant noves activitats i fent-ne variar algunes de les existents. *És en aquest sentit més ampli que hem d'interpretar l'economia del coneixement, ja que aquest s'ha convertit en un dels elements claus dels avenços de productivitat i de competitivitat i, en conseqüència, del creixement econòmic*. Com assenyala el professor Vilaseca (2001):

El principal impulsor de la productivitat del capitalisme basat en el coneixement és el propi coneixement, essent el seu creador el treball humà i la seva característica primordial el seu caràcter intangible. Tant com a input com a output, un dels reptes primordials per al desenvolupament de l'economia del coneixement és la valoració d'aquest intangible'. (Jordi Vilaseca (2001). "Economía del conocimiento" a *Manual y Diccionario de Economía Político-Social*).

Precisament, la visió del coneixement que es manifesta a l'activitat econòmica a través de les TIC i que impulsa els guanys de productivitat i de competitivitat és la més utilitzada en la conceptualització de la *nova economia*⁹⁴. Amb tot, i per focalitzar l'objecte d'estudi, és important remarcar que en aquest treball d'investigació ens centrarem en els aspectes més agregats (o dit d'una altra manera, en els *aspectes macroeconòmics*) de la nova economia⁹⁵. Des d'aquesta perspectiva s'han de destacar les aportacions inicials de Castells (1996; 2000) de Weinstein (1997), de Greenspan (1998, 1999; 2000a), del Departament de Comerç dels EUA (1998; 1999; 2000) i de Stiroh (1999). Vegem-les.

Una de les primeres aproximacions a la nova economia és la del professor Castells (1996;

94. És fa difícil resumir les múltiples accepcions d'aquest terme. A grans trets, i com assenyala Norton (2001), hi ha tres grans visions de la *nova economia*. Una visió macroeconòmica que incideix en la possibilitat de combinar forts ritmes de creixement de l'activitat econòmica amb baixes taxes d'inflació. Una visió microeconòmica que s'identifica amb l'anàlisi dels canvis de comportament d'empresaris i consumidors. I, finalment, una visió digital, que s'identifica amb l'estudi dels aspectes socials i econòmics de l'era de la informació. Tanmateix, també hi ha variants que focalitzen el seu interès en l'organització de les empreses, en el mercat de treball, en el desenvolupament sostenible i en molts altres. De fet, aquesta varietat d'enfocaments ja ens diu molt. L'abast de la massiva incorporació del coneixement a l'activitat econòmica no deixa indiferent a cap branca d'anàlisi de l'economia, cosa que ens dona idea de la profunditat i transversalitat amb què s'ha d'abordar el fenomen.

95. Això no vol pas dir que no tinguem en compte els aspectes microeconòmics. Entre altres coses perquè del seu estudi en depèn la identificació d'algunes de les característiques més importants del nou fenomen. Un exemple. Acabem de veure les propietats econòmiques de les mercaderies coneixement observable i coneixement tàcit. Doncs bé, una aproximació agregada a la producció de coneixement necessàriament les ha de tenir en compte si es vol fer una descripció acurada de la realitat. De fet, ja fa molt de temps que els economistes sabem que la frontera entre la micro i la macroeconomia està molt diluïda i que respon, més que una altra cosa, a les necessitats pedagògiques de segmentació dels continguts abstractes, que requereix l'ensenyament universitari tradicional.

2000), el qual destaca a la *informativitat*⁹⁶, a la *globalitat* i a la *connexió en xarxa* com els elements distintius d'aquest nou sistema econòmic:

'Al darrer quart del segle XX va sorgir una nova economia a escala mundial. L'anomeno informacional, global i connectada en xarxes per identificar-ne els seus trets fonamentals i distintius, i per a destacar que estan entrelaçats. És *informativa* perquè la productivitat i la competitivitat de les unitats o agents d'aquesta economia –ja siguin empreses, regions o nacions– depenen fonamentalment de la seva capacitat per a generar, processar i aplicar amb eficàcia la informació basada en el coneixement. És *global* perquè la producció, el consum i la circulació, així com els seus components –capital, ma d'obra, matèries primeres, gestió, informació, tecnologia i mercats– estan organitzats a escala global, bé de forma directa, bé mitjançant una xarxa de vincles entre els agents econòmics. Està connectada en xarxa perquè, en les noves condicions històriques, la productivitat es genera i la competència es desenvolupa en una xarxa global d'interaccions entre xarxes empresarials. La nova economia ha sorgit en el darrer quart del segle XX perquè la revolució de la tecnologia de la informació ha proporcionat la base material indispensable per a la seva consituació'. (Manuel Castells (1996; 2000). *La era de la informació, volum 1: La sociedad red*, pàg. 111).

Aquesta primera visió fa èmfasi en el fet que una revolució tecnològica, caracteritzada pel procés de digitalització, ha assentat les bases d'un nou tipus d'economia. La principal manifestació d'aquest nou sistema socioeconòmic no és pas, com podria semblar, el fet que hagi aparegut una nova font en l'explicació del creixement econòmic, que continua essent la incorporació del coneixement a l'activitat. Concretament, *la nova economia es caracteritza perquè hi ha una nova aplicació del coneixement a l'activitat econòmica que la fa diferent de l'economia industrial*. En les pròpies paraules de l'autor: “*el que es distintiu –es refereix a la principal diferència entre l'economia industrial i la nova economia– és la realització final del potencial de productivitat contingut en l'economia industrial madura degut al canvi cap un paradigma tecnològic basat en les tecnologies de la informació*”. De fet, l'autor ens vol indicar

96. La concessió dels premis Nobel del 2001 a tres economistes, George Akerlof, Michael Spence i Joseph Stiglitz, que han desenvolupat les seves tasques de recerca en el camp de *l'economia de la informació* ens és molt útil per a distingir entre aquesta branca de l'economia i l'economia del coneixement. Per economia de la informació entenem: “*l'estudi de les relacions entre els agents econòmics en situacions en les quals hi ha asimetries d'informació i la modelització de processos en els quals s'han de prendre decisions quan la informació disponible és incompleta*”. Bàsicament, el desenvolupament d'aquesta branca de l'economia s'ha focalitzat en quatre temàtiques. Primera, l'anàlisi econòmic de les subhastes. Segona, el problema de la *selecció adversa* (que sorgeix quan hi ha asimetria informativa sobre la qualitat) i els mecanismes que han desenvolupat els mercats per a solucionar-lo (bàsicament la *senyalització* i la *selecció mitjançant ofertes alternatives* o *screening*). Tercera, el problema del *risc moral - moral hazard* - (que sorgeix quan en una situació d'asimetria informativa es desenvolupa una acció que afecta a la utilitat de la part no informada –principal- i a la utilitat de la part informada –agent- i que només es observada per l'agent) i les seves implicacions per al disseny de contractes en el marc de la Teoria de l'Agència. I, finalment, una quarta aproximació que estudia el valor de la informació en un context de presa de decisions en incertesa. Un bon compendi, a nivell introductori, de l'economia de la informació és el de Usategui (2000). És fàcil veure que l'estudi dels problemes econòmics derivats de l'asimetria informativa no són el mateix que “*l'anàlisi de la incorporació del saber a l'activitat econòmica*”. Com assenyala el professor Castells, tot i que, a vegades s'utilitzen com a sinònims, *societat o economia informacional* i *societat o economia de la informació* no són el mateix: “*Voldria establir una distinció analítica entre les nocions de societat de la informació i societat informacional, amb implicacions similars per a l'economia de la informació/informacional. El terme societat de la informació destaca el paper d'aquesta última en la societat. Però jo sostinc que la informació, en el seu sentit més ampli, és a dir, com a comunicació del coneixement, ha estat fonamental a totes les societats, inclosa l'Europa medieval, que estava culturalment estructurada i, en certa mesura unificada a l'entorn de l'escolàstica, això és, en un conjunt o marc intel·lectual. En contrast, el terme informacional indica l'atribut d'una forma específica d'organització social en la qual la generació, el processament i la transmissió de la informació es converteixen en les fonts fonamentals de la productivitat i del poder, degut a les noves condicions tecnològiques que sorgeixen en aquest període històric*”. (Manuel Castells (1996; 2000). *La era de la informació, volum 1: La sociedad red*, pàg. 51).

que la incorporació del coneixement a l'activitat era tant important en la segona revolució industrial que a l'actualitat. Ara bé, entre ambdues èpoques hi ha un element distintiu clar. A l'actualitat, *disposem d'unes tecnologies que incideixen directament en el procés humà i dinàmic d'elaboració i aplicació del coneixement a l'activitat econòmica*. A partir d'aquesta aportació seminal un conjunt d'autors i institucions han detallat els aspectes macroeconòmics de la nova economia. Un dels primers autors que va presentar un decàleg de les atribucions agregades d'aquesta nova visió del funcionament macroeconòmic va ser Weinstein (1997):

'Una economia que creix sense amenaces aparents de recessió. Una economia que es continua expandint sense repunts alcistes de la inflació. Una economia en constant reestructuració per a garantir l'eficiència i la productivitat. Una economia que reposa els seus estocs i es revitalitza a través de les noves tecnologies i de la inversió en capital. Una economia que funciona sense un deute excessiu, ja sigui públic o privat. Una economia que manté un cert equilibri pressupostari. Una economia que cada cop està més globalitzada i més oberta a l'exterior.' (Bernard Weinstein (1997). Welcome to the New Economy, *Challenge*, pàgs. 1-4).

L'autor ja intueix, pel cas concret dels EUA, algunes de les principals manifestacions i forces impulsores de la nova economia. Tot i això, matisa algunes de les visions, massa optimistes, que hi havia aleshores: *"No estic suggerint que la inflació s'hagi mort, ni que el cicle econòmic s'hagi extingit, ni tampoc que els mercats financers creixin per sempre més. Però, amb una bona gestió macroeconòmica, crec que l'economia pot créixer gairebé sense interrupcions durant el futur previsible"*. Amb tot, les implicacions agregades de la nova economia no es van sistematitzar i abordar íntegrament fins al febrer del 1998, amb una intervenció d'Alan Greenspan (1998) davant de la Cambra de Representants dels EUA. El president de la Reserva Federal assenyalava aleshores que *el fort procés d'innovació*, derivat de l'aplicació econòmica de les TIC, es manifestava principalment *en un important repunt a l'alça de l'índex de productivitat als EUA*:

'Com he assenyalat més amunt, el nostre país ha presentat un elevat creixement de l'índex de productivitat –output per hora treballada– durant els darrers anys. Les espectaculars millores de la potència dels ordinadors i de la tecnologia de la comunicació i la informació semblen estar al darrere d'aquesta tendència favorable. Aquestes innovacions, juntament amb les ferotges condicions de competència a les nostres indústries d'alta tecnologia, que s'han traslladat a les famílies, a les oficines, als magatzems i a alguns comerços, han produït una reducció anual de dos dígitos en els preus dels béns de capital que incorporen aquestes tecnologies. Efectivament, molts d'aquests productes que només fa dos o tres anys eren considerats com tecnologies d'avantguarda s'han estandarditzat i abaratit de tal manera que avui s'acosten a la consideració de "commodity", cosa que ha afavorit la seva acumulació com a béns de capital per part de les empreses.' (Alan Greenspan (1998). "The semi-annual monetary policy report", *Subcommittee on Domestic and International Monetary Policy of the Committee on Banking and Financial Services of the US House of Representative*).

D'un altre costat, Greenspan també insistia en *l'ampli ventall de relacions sinèrgiques cap al conjunt de l'economia generat per l'aplicació de les tecnologies digitals, bàsicament a través de la reducció de preus, de la reducció de costos empresarials i del mercat de treball*:

'Amb aquestes noves aplicacions tecnològiques, les empreses americanes han retallat els seus costos de transport, han organitzat la seva producció i utilitzat les seves existències més eficientment i han ampliat les seves oportunitats de negoci. La tendència creixent dels costos en un mercat de treball molt tensionat reflecteix, en part, els esforços per aprofitar els avantatges d'aquests possibles eficiències. Al testimoni de la Comissió Humphrey-Hawkins del juliol passat, ja vaig insistir en la versemblança que la forta acceleració de la inversió de capital en tecnologies avançades, que va començar el 1993, reflecteix les sinèrgies de les noves idees incorporades a nous equips cada vegada

més barats i que han elevat els beneficis esperats, així com les oportunitats d'inversió. L'evidència més recent segueix essent consistent amb la visió que la despesa de capital ha contribuït a un perceptible repunt de la productivitat – probablement més del que ens dirien els components habituals del cicle econòmic -. D'una banda, la combinació d'una continuada baixa taxa d'inflació i l'estabilitat en el creixement dels beneficis empresarials implica una evolució continguda dels costos empresarials unitaris consolidats. Amb uns costos laborals que constitueixen més de dues tercers parts del total de costos i un compensació salarial per hora treballada accelerada, la productivitat ha de créixer molt ràpidament, amb una tendència brusca, per acostar-se als increments dels salaris. D'una altra banda, les nostres observacions directes de l'output per hora treballada tendeixen a confirmar que la productivitat ha crescut significativament els darrers anys, tot i que saber fins on arribarà aquesta tendència creixent de la productivitat és encara una qüestió oberta.' (Alan Greenspan (1998). "The semi-annual monetary policy report", *Subcommittee on Domestic and International Monetary Policy of the Committee on Banking and Financial Services of the US House of Representatives, Washington D.C.*).

Finalment, l'autor tampoc perdia de vista el fet que aquest notable increment de la productivitat era possible, en part, *gràcies a l'impuls que rebia des de la demanda*, atesos el fort increment del consum i de la inversió que experimentava l'economia dels EUA. De fet, mesos més tard, Greenspan (1999) sostenia que *la revolució tecnològica en curs, juntament amb els efectes positius de la globalització⁹⁷ i el canvi en els patrons de consum de les famílies, generaven un cercle virtuós en el creixement de l'economia dels EUA*:

'Amb seguretat, això també és –es refereix als efectes sinèrgics de les TIC- un cercle virtuós. Un conjunt de noves aplicacions d'inversió han fet créixer la productivitat, i també els beneficis empresarials – en part impulsats per la fortalesa de la inversió i el consum -. Al mateix temps, el ràpid creixement de la productivitat atenua els avenços dels costos unitaris i dels preus. Les empreses dubten a pujar els preus per por a que els seus competidors, en un context de menors costos de la nova inversió, guanyin una part de la quota de mercat. Aquestes circumstàncies ens porten a un període favorable d'elevat creixement de l'output real i d'inflació baixa. ' (Alan Greenspan (1999). "Information, productivity, and capital investment", *The Business Council, Boca Raton, Florida*).

En resum, i com ha vingut assenyalant posteriorment (Greenspan, 2000a; 2000b; 2001), les aportacions del president de la Reserva Federal han insistit en el fet que *les relacions macroeconòmiques bàsiques que els economistes havíem anat construint a partir de la Segona Guerra Mundial han presentat substancials canvis a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta⁹⁸*:

97. No és l'objectiu d'aquest treball d'investigació analitzar el procés de globalització econòmica. Simplement assenyalat que la circulació, en un mercat mundial i amb diferents intensitats, de mercaderies, capitals, tecnologies i treball és una realitat de l'activitat econòmica a l'actualitat. Les TIC incideixen en el procés de globalització econòmica, bàsicament, des d'una doble vessant. En primer lloc, proporcionen la tecnologia necessària perquè la circulació de mercaderies i inputs a escala global sigui un fet (els mercats financers en són un exemple paradigmàtic) i, en segon lloc, incideixen en la generació de coneixement tàcit i observable a través de la difusió internacional de la tecnologia i les xarxes de coneixement. Dit això, és important destacar que el procés de mundialització és inherent a la dinàmica del sistema capitalista, de tal manera que aquest s'ha vingut construint des de l'època de l'acumulació primitiva de capital, per bé que l'economia global, entesa com "*l'economia que funciona en temps real, o en un temps establert, a escala planetària*" no s'ha consolidat fins l'aparició de les TIC. Una visió completa del procés de mundialització, des de la vessant de les seves repercussions econòmiques i socials, és la del professor Vidal Villa (1990; 1996; 2001) i, des de la vessant dels processos d'integració econòmica com a instrument d'aquest procés, és la del professor Vilaseca (1994a; 1994b). A més, i sense ànims d'exhaustivitat, crec oportú destacar els treballs de Donges (1998), Chen (1998), Bordo, Eichengreen i Irwin (1999), Amin (1999), Soros (1999), OCDE (1999b), Beynon i Dunkerley (2000), Crafts (2000b) i Martínez González-Tablas (2000). Des del punt de vista de l'anàlisi de les implicacions de la globalització en la difusió internacional de la tecnologies digitals s'han de destacar els recents treballs de Reddy (2000), Molero (2000) i de l'OCDE (2001b; 2001c).

98. Es refereix bàsicament a les relacions entre *creixement econòmic, inflació i atur*, que es manifesten a través de la corba de Phillips. Aquesta corba, que podem trobar explicada a qualsevol manual de Macroeconomia, ens

Es cada cop més difícil rebutjar que quelcom profundament diferent del típic cicle econòmic de la postguerra ha aparegut els darrers anys. No només pel rècord d'expansió ininterrompuda, que s'ha dut a terme amb un creixement econòmic superior a l'esperat. Més remarcablement, la inflació ha continuat diluïda en aquest període en un context on el mercat de treball ha presentat l'evolució més expansiva de l'última generació.' (Alan Greenspan (2000). "Technological Innovation and the Economy", *White House Conference on the New Economy*, Washington D.C.).

Tot i que, les implicacions macroeconòmiques de la nova economia ja estaven força desenvolupades el 1998 encara no es disposava de cap estudi empíric que evidencis la importància agregada del nou fenomen. Responent a aquesta necessitat el Departament de Comerç dels EUA (1998; 1999; 2000) ha publicat diverses edicions d'un informe sobre l'economia digital que aportava algunes dades rellevants⁹⁹. En el nostre àmbit d'estudi, les aportacions principals d'aquestes investigacions són tres. Primera, *la identificació des les branques productives del sector TIC*¹⁰⁰. Segona, *el càlcul de l'aportació al creixement econòmic dels EUA d'aquest nou sector d'activitat*¹⁰¹. I, tercera, *l'anàlisi de les implicacions que les TIC generen sobre els índexs de preus i el mercat de treball*. Finalment, i amb el bagatge de les aportacions conceptuals i empíriques anteriors, Stirroh (1999) va resumir les implicacions macroeconòmiques de la nova economia, síntesi que fou recollida per l'OCDE (2000b) i que reproduïm a continuació:

El terme *nova economia* s'ha utilitzat els darrers anys per descriure els canvis en l'economia dels EUA i, en particular, les variacions dels components d'aquesta economia vinculats amb les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC). Segons aquest punt de vista alguna cosa està canviant en el funcionament de l'economia dels EUA. Alguns estudis defineixen clarament el terme nova economia, tot i que, atenent a la novetat de la definició, aquesta pot significar coses diferents per persones diferents. A grans trets, les tres característiques principals de la nova economia poden resumir-se en:

1. *La nova economia podria implicar una major tendència de creixement*. Atenent a la millora de l'eficiència de les pràctiques empresarials derivades de la utilització de les TIC, la nova economia explica la tendència alcista del creixement econòmic a la segona part de la dècada dels noranta, al

evidencia una relació negativa entre la inflació i l'atur. La idea intuïtiva és la següent. En una situació econòmica expansiva les pressions de la demanda permeten a la producció traslladar els increments de preus al consum i a la inversió. D'aquesta manera, un fort increment de l'activitat, que es pot manifestar a través d'un elevat ritme de creació d'ocupació i, també, en davallades de l'atur, es relaciona inversament amb els increments de preus. En canvi, en una situació econòmica depressiva, un afebliment del mercat de treball, amb augments de l'atur, no permet a la producció traslladar increments de preus a la deprimida demanda final. Aquesta relació inversa entre atur i inflació dona lloc a *una taxa d'atur no acceleradora d'inflació (la NAIRU)*, ja que hi ha un nivell de desocupació a partir del qual la inflació no augmenta. Amb tot, és important recordar que els mecanismes de transmissió entre la inflació i l'atur poden ser uns altres. En efecte, el fort repunt dels preus del petroli durant la dècada dels setanta va generar una situació, que entre els economistes es va anomenar d'*estanflació* per a definir un moment del cicle que es caracteritzava per una contracció de l'activitat i altes taxes d'inflació. En aquestes circumstàncies de xoc exterior la relació negativa entre l'atur i la inflació pot veure's alterada.

99. Més endavant analitzarem amb detall la metodologia, les classificacions i els resultats empírics d'aquests estudis pioners en el camp de la nova economia. De moment, quedem-nos amb el fet que a partir d'aquesta evidència, el Bureau of Economic Analysis (www.bea.doc.gov) va canviar alguns dels elements metodològics per al càlcul de la comptabilitat nacional. En concret, es va *modificar la base per al càlcul de l'índex de preus al consum* i es va *considerar com a inversió la despesa en software per part de les empreses*, cosa que permetia la seva comptabilització dins del PIB. Una visió detallada d'aquests canvis és la del US Bureau of Economic Analysis (1999), Moulton i Seskin (1999) i Seskin (1999).

100. Per primera vegada, una institució oficial es feia ressò de la importància econòmica de les TIC, fins al punt que les considerava tant importants com per a determinar i assignar, a partir d'una classificació estàndard, *les branques productives del sector TIC*.

101. Segons aquests estudis l'aportació del sector TIC al creixement econòmic dels EUA ha estat molt rellevant durant la segona meitat de la dècada dels noranta, ja que en *termes reals s'hauria situat al voltant d'una tercera part del total*. La rellevància d'aquesta dada va encetar una línia d'investigació centrada en la demostració empírica de l'aportació de les TIC al creixement econòmic i de la productivitat, que veurem més endavant.

mateix temps que explica els increments de la productivitat.

2. *La nova economia podria afectar al cicle econòmic.* Les TIC, en combinació amb la globalització, poden canviar les relacions a curt termini entre la inflació i l'atur i fer tendir a la baixa la NAIRU (taxa d'atur no acceleradora de la inflació). Com a resultat, l'economia podria expandir-se durant un període més llarg de temps sense pressions inflacionistes. Segons aquest punt de vista, les TIC tendeixen a rebaixar el creixement de la inflació, mentre que l'increment de la competència global manté la contenció de la inflació salarial. Alguns punts de vista més radicals sostenen que la nova economia significa la fi dels cicles econòmics.

3. *Les fonts del creixement econòmic són diferents a la nova economia.* Alguns sectors econòmics s'han vist clarament beneficiats per l'augment dels rendiments a escala i per les externalitats positives d'Internet. D'aquesta manera, el valor de les comunicacions en xarxa i les aplicacions d'Internet augmenten a mesura que creix el nombre de persones connectades. Aquesta situació presenta considerables efectes sinèrgics i contribueix clarament a l'increment de la productivitat, al mateix temps que impulsa el creixement econòmic.

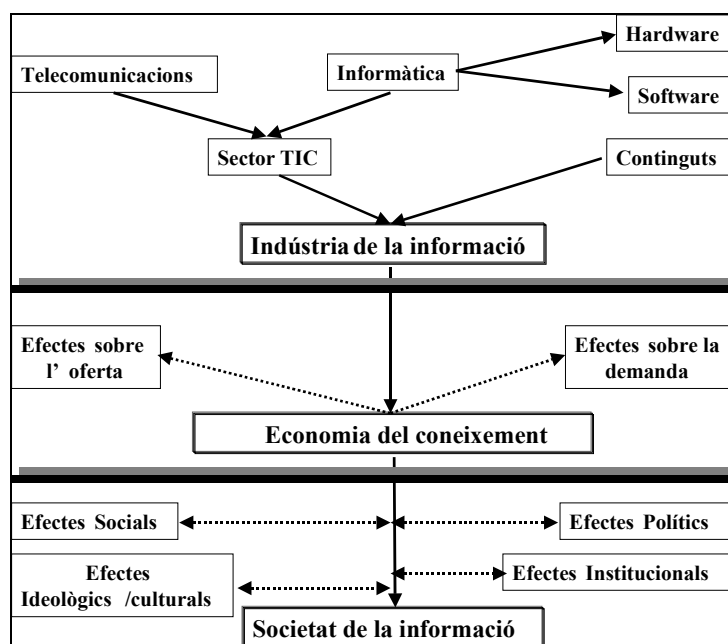
Aquestes tres característiques han definit l'evolució de l'economia dels EUA els darrers anys, tot reforçant la visió dels defensors de l'aparició d'una nova economia, per bé que no s'ha confirmat la visió de la fi dels cicles econòmics. No està clar fins a quin punt l'economia dels EUA ha entrat en una nova era i com superarà els actuals desequilibris macroeconòmics, de manera que en surti il·lesa de l'actual situació'. (OCDE (2000b). *A new economy? The changing role of innovation and information technology in growth*, pàg. 17).

A partir d'aquesta síntesi de l'OCDE han aparegut diverses visions sobre el concepte de nova economia que, d'una manera o d'una altra, incideixen en els tres aspectes destacats per aquesta aproximació: *més creixement econòmic, canvi en el cicle i diferenciació de les fonts del creixement*. Sota la nostra òptica, i deixant de banda les aportacions dels analistes de la implicació de les TIC sobre el creixement econòmic i la productivitat, que veurem més endavant, s'han de citar les visions de De Masi (2000), US Department of Commerce (2000), The Economist (2000), Landefeld i Fraumeni (2001) i Artus (2001). Aquest darrer en dona una descripció tan concisa com completa: "*Hom anomena nova economia a un conjunt d'evolucions i mecanismes que es descriuen en aquest llibre: aparició de noves tecnologies (de la informació i la comunicació, destacant Internet), de nous béns i serveis vinculats a aquestes tecnologies, incorporació d'aquestes noves tecnologies en el procés de producció del conjunt de béns i serveis, comprenent les activitats de la vella economia (automòbil, química, transport...), reorganització de les empreses cap a formes més flexibles, modificació de l'estructura de les remuneracions, creixement de les borses...*". Amb tot, alguns importants economistes com Krugman (1997; 1998) i Gordon (1999; 2000) són escèptics davant la idea de la consolidació d'un nou tipus de relacions macroeconòmiques. Tot i que més endavant analitzarem les seves justificacions empíriques, la idea subjacent que hi ha al darrere de les seves crítiques és *la manca d'una perspectiva històrica en l'anàlisi del canvi tecnològic*. En efecte, una aproximació seriosa al nou fenomen hauria d'analitzar comparativament els registres de la nova economia amb els de la primera i segona revolució industrial. Ara bé, l'aproximació parcial d'aquests autors a la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica, centrada exclusivament en l'aplicació econòmica de les TIC, limita notablement les seves conclusions¹⁰². Per últim, a casa nostra, s'han de citar les aproximacions empíriques del SEDISI (2000) i del BBVA (2000), així com els treballs de Navascués (2000), Suárez (2001), Lladós (2000, 2001) i Vilaseca (2000; 2001). En síntesi, podem concloure aquesta visió assenyalant que l'economia del coneixement es fonamenta en un procés de revolució tecnològica, que ha generat no només l'aparició d'un sector productiu nou, sinó que, a més,

102. De fet, a la trobada dels Ministres d'Economia dels països del G7 (2000), celebrada a Fukuoka el juliol del 2000, es va consensuar un document que sumaria les principals implicacions de la revolució de les TIC sobre l'economia i les finances. Una d'aquestes implicacions era, precisament, l'acceleració de la productivitat i l'increment de la demanda vinculats a l'ús intensiu de les TIC.

el recurs i les mercaderies coneixement són emprats, cada cop més, per la resta d'activitats econòmiques. Més detalladament, i com es desprèn de la figura 1.10., *l'economia del coneixement té un sector nuclear: la indústria de la informació*¹⁰³, que *exerceix els seus efectes sobre l'oferta i la demanda de la resta d'activitats econòmiques*. Dit d'una altra manera, *economia del coneixement no només són les empreses.com, economia del coneixement també són els canvis en l'oferta*¹⁰⁴ *i canvis en la demanda*¹⁰⁵, *generats per l'ús econòmic intensiu del coneixement*. En síntesi, la irrupció i consolidació a l'activitat econòmica de les TIC ens permet definir l'economia del coneixement. Demostrem, així, la hipòtesi parcial 1 (pàgina 9).

Figura 1.10. Un esquema de l'economia i la Societat del Coneixement



Font: Vilaseca i Torrent (2001b).

Per últim, les modificacions de les relacions laborals, els efectes ideològics i culturals, els canvis institucionals i polítics i, en definitiva, les noves formes de relació de l'individu amb el seu entorn defineixen algun dels efectes de l'economia del coneixement sobre les seves bases sociològiques i institucionals. En definitiva, *es tracta de les repercussions que l'economia del coneixement està generant en la construcció de la Societat de la Informació i el Coneixement*¹⁰⁶.

103. De fet, el nucli de l'economia del coneixement incorpora el sector productiu directament vinculat amb les tecnologies digitals i que hem anomenat *sector TIC* i també *la indústria dels continguts digitals*. Un exemple d'empresa de la indústria de la informació, seria la fusió resultant entre un dels principals proveïdors d'Internet (America On Line) i un dels principals proveïdors de continguts (Time-Warner). Aquesta fusió intenta sumar sinèrgies, des de la vessant tecnològica i des de la vessant dels continguts, per explorar els nous mercats digitals. Les empreses de la indústria de la informació són associables al que en termes periodístics es coneix com les *empreses.com*.

104. Entre les quals podríem destacar les noves formes de produir, de treballar, d'interacció entre empreses, d'oferir nous productes i d'innovació tecnològica i en els dissenys organitzatius.

105. Noves formes de distribució i consum, noves vies d'inversió i finançament i canvis en les relacions internacionals, entre altres.

106. El professor Castells (1997; 1998; 2000; 2001) analitza acuradament aquestes implicacions.

No hauríem de tancar aquest apartat sense abordar, ni que sigui breument, el tercer pilar, conjuntament amb la revolució tecnològica i la globalització, de l'economia del coneixement. Es tracta, com ja hem vist més amunt, dels *canvis en els patrons de consum de les famílies*. La idea bàsica que hi ha al darrere és la següent: *a mesura que a augmenta el nivell de renda d'un país l'estructura del consum per components de despesa tendeix a concentrar-se en els capítols amb una elevada elasticitat-renda, en detriment dels productes de primera necessitat com l'alimentació i el vestit i calçat*. De fet, i com assenyalen els treballs del professor Oliver i de Caixa Catalunya (diversos anys), si comparem la dinàmica de les partides de consum de les famílies espanyoles en relació amb la de les famílies dels set grans països de l'OCDE (vegeu el quadre 1.11.), l'estructura del consum privat a Espanya encara presenta una important participació de la despesa en alimentació, begudes i tabac i en vestit i calçat. Ara bé, la comparativa dels darrers trenta anys mostra com la participació d'aquestes dues partides de despesa ha presentat una inequívoca tendència a la baixa (també als països de l'OCDE), en sintonia amb les importants millores de renda de l'economia espanyola, que poc a poc, acosta la seva estructura de despesa a la de les economies més riques del seu entorn. Aquesta millora de la renda també s'ha traduït en un augment relatiu de partides de despesa vinculades amb *la sanitat, els transports i les comunicacions i el lleure, l'ensenyament i la cultura*. En síntesi, podem afirmar que *les millores de renda de les economies desenvolupades durant les darreres dues dècades s'han traduït en un canvi en l'estructura del consum, que impulsa clarament des de la demanda de consum, o bé la producció de mercaderies coneixement o bé l'ús intensiu del coneixement en la producció del conjunt de béns i serveis*¹⁰⁷.

Quadre 1.11. Estructura del consum privat interior a Espanya i als set grans països¹ de l'OCDE. 1970, 1980, 1985 i 1995

Percentatge de participació de cada capítol de despesa sobre el total del consum privat interior

	1970		1980		1985		1995	
	Espanya	OCDE	Espanya	OCDE	Espanya	OCDE	Espanya	OCDE
Aliments, begudes i tabac	34,8	28,4	28,1	23,1	24,9	21,0	19,7	17,1
Vestit i calçat	9,8	8,8	8,1	8,0	8,6	7,4	7,6	6,3
Lloguers, calefacció i enllumenat	13,6	16,4	16,5	18,1	14,5	19,6	13,2	21,1
Mobles i parament de la llar	8,3	8,5	7,8	8,3	6,7	7,7	6,3	7,4
Despesa sanitària	4,4	5,1	3,6	6,0	3,5	6,8	5,1	8,0
Transports i comunicacions	9,0	12,4	13,5	14,5	13,5	14,8	15,4	14,6
Lleure, ensenyament i cultura	6,0	8,7	6,8	9,0	6,6	9,2	6,6	10,2
Altres béns i serveis	14,2	11,7	15,7	13,1	21,6	13,6	26,1	15,3
Consum privat interior	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1. EUA, Canadà, Japó, Alemanya, França, Regne Unit i Itàlia.

Font: Reproduït de Caixa Catalunya (diversos anys).

1.3. Les mesures de l'economia del coneixement

A l'apartat anterior hem analitzat, seguint una metodologia del centre cap a la perifèria, els elements conceptuals de l'economia del coneixement. En concret, hem vist com les aplicacions econòmiques del coneixement han estat tant rellevants que han configurat el

107. Dades pel període 1996-1999, obtingudes a partir de l'estructura de la cistella domèstica per al càlcul de l'IPC harmonitzat de la Unió Europea a Eurostat (vegeu, Oliver i Caixa Catalunya), confirmen clarament aquesta tendència.

desenvolupament d'una nova branca d'activitat: la indústria de la informació. I, no només això, el recurs i les mercaderies coneixement són emprats cada cop més per la resta de les activitats econòmiques, ja siguin d'oferta o de demanda. El següent estadi de la nostra investigació passa, necessàriament, per abordar l'evidència empírica existent d'aquests elements conceptuais. Dividirem aquesta anàlisi en dos apartats. En primer lloc, veurem l'evidència empírica relativa al nucli de l'economia del coneixement: el sector econòmic vinculat amb les tecnologies de la informació i la comunicació, per, en un segon estadi, analitzar algunes de les variables macroeconòmiques vinculades amb l'ús intensiu del coneixement.

1.3.1. Les mètriques del sector TIC

Com hem assenyalat més amunt, el punt de partida de la mètrica de l'economia del coneixement són un conjunt d'estudis elaborats pel Departament de Comerç dels EUA (1998; 1999; 2000). Aquests informes¹⁰⁸, que fan incidència en el procés de digitalització com a fonament del canvi en el patró de creixement de l'economia dels EUA, 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 del sector TIC, reproduïdes al quadre 1.12, cal destacar l'agrupació en tres components, *el hardware o maquinari*¹⁰⁹, *el software o programari*¹¹⁰ i *els equips i serveis de comunicacions*¹¹¹. A partir d'aquesta primera identificació, l'OCDE (2000c) ha plantejat els principis bàsics de les mercaderies resultants del sector TIC, distingint entre les de la indústria manufacturera i les dels serveis. A grans trets, el sector TIC és *“una branca productiva que utilitza les tecnologies digitals per a produir béns i serveis que processin, transmetin, visualitzin, detectin, mesurin, reproduueixin, controlin i permetin el tractament de la informació i la comunicació”*. Això, es tradueix en un conjunt d'activitats que podem agrupar, igual que hem fet en el cas del Departament de Comerç dels EUA, en la *manufactura de maquinari, equips, components, accessoris, instruments de mesura i control i els equips de comunicació*, així com en els *serveis del programari, les vendes i lloguers de maquinari i els serveis de telecomunicacions*. El quadre

108. Concretament, els informes són *The Emerging Digital Economy* (1998), *The Emerging Digital Economy II* (1999) i *Digital Economy 2000* (2000). Aquest darrer 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 poden ser considerades com emergents. Ja les tenim aquí. Els americans definitivament 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”*.

109. Dins d'aquesta agrupació hi trobem els *ordinadors, equips informàtics i components*, així com 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.

110. Aquest subgrup incorpora un ampli ventall d'activitats de la indústria de desenvolupament de software. En concret, s'hi engloben els *serveis de programació, gestió, reparació i manteniment d'ordinadors*, així com 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 leasing d'ordinadors*.

111. 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*.

1.12 recull les equivalències d'ambdues agrupacions, conjuntament amb els codis de dues classificacions d'activitats econòmiques, l'*Standard Industrial Classification (SIC)* dels EUA i la *International Standard Industrial Classification (ISIC)*, emprada per l'OCDE. De fet, aquesta institució presenta els principis que han de seguir les branques productives per a ser considerades dins del sector TIC:

La definició agregada del sector TIC està basada en els següents principis. Per a la indústria manufacturera, els productes d'un sector candidat:

- Han de complir amb la funció de procés de la informació i la comunicació, incloent-hi la transmissió i visualització.
- 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 (2000c). "Measuring the ICT sector", pàg. 7).

Quadre 1.12. Les branques productives del sector TIC

Descripció (Departament Comerç EUA)	SIC	ISIC	Descripció (OCDE)
<i>Hardware</i>			
Ordinadors i equips informàtics	3571,2,5,7		
Calculadores i màquines d'oficina	3578,9		
Instrumentes 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 components electrònics
Instrumentes de mesura industrial	3823	3313	Equips de control del procés industrial
Instrumentes de mesura elèctrica	3825		
Instrumentes analítics de laboratori	3826	3312	Inst. i aplicacions de mesura no industrial
Vendes al por major d'ordin. i equips informàtics	5045		
Vendes al detall d'ordin. i equips informàtics	5734	5150	Vendes de maquinària, equips i similars
<i>Software i serveis</i>			
Serveis de programació d'ordinadors	7371		
Software per ordinadors	7372		
Vendes al por major de software	5045		
Vendes al detall de software	5734		
Disseny de sistemes integrats de software	7373		
Processos i preparació de dades per ordin.	7374		
Serveis de recuperació de la informació	7375		
Serveis de gestió d'ordinadors	7376		
Reparació i manteniment d'ordin.	7378		
Altres serveis a ordinadors	7379	72	Software i serveis
Serveis de lloguer i leasing d'ordinadors	7377	7123	Lloguers de maquinària, equips i ordinadors ¹
<i>Equips de comunicació</i>			
Equips d'àudio i vídeo domèstics	3651		
Equips de telefonia i telègraf	3661	3220	Eq. transmissió de ràdio, TV, telefonia i telègraf
Equips de radio, televisió i comunicacions	3663	3230	Eq. receptors de TV, ràdio, so, vídeo i associats
<i>Serveis de comunicació</i>			
Comunicacions telefòniques i telegràfiques	4810,22,99		
Emissions de ràdio	4832		
Emissions de televisió	4833		
Cable i altres serveis de televisió de pagament	4841	6420	Telecomunicacions

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

Font: Elaboració pròpia a partir del Departament de Comerç dels EUA (1998; 2000) i de l'OCDE (2000c).

Amb la determinació de les branques productives integrants al sector TIC, ja estem en disposició d'abordar l'evolució dels seus resultats empírics. El quadre 1.13 reproduïx la renda generada¹¹² pel sector TIC als EUA en comparació amb la resta i el total de l'economia, així com la seva evolució en termes nominals, el pes sobre la renda bruta disponible (RBD) i les aportacions al creixement econòmic.

Quadre 1.13. Contribució del sector TIC al creixement econòmic dels EUA. 1991-1999

Renda Bruta Disponible (RBD) en milers de milions de dòlars corrents i taxes de variació i punts percentuals d'aportació al creixement de la renda en percentatges

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<i>Valors absoluts</i>									
PIB	5.986,2	6.319,0	6.642,4	7.054,3	7.400,5	7.813,2	8.300,7	8.759,9	9.248,4
TIC	341,9	367,8	396,8	436,3	482,8	543,5	596,6	663,6	729,0
Resta economia	5.644,3	5.951,2	6.245,6	6.618,0	6.917,6	7.269,7	7.704,1	8.096,3	8.519,4
<i>Taxes de variació</i>									
PIB		5,6	5,1	6,2	4,9	5,6	6,2	5,5	5,6
TIC		7,6	7,9	9,9	10,7	12,6	9,8	11,2	9,9
Resta economia		5,4	4,9	6,0	4,5	5,1	6,0	5,1	5,2
<i>Pes sobre la Renda Bruta Disponible</i>									
PIB	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
TIC	5,7	5,8	6,0	6,2	6,5	7,0	7,2	7,6	7,9
Resta economia	94,3	94,2	94,0	93,8	93,5	93,0	92,8	92,4	92,1
<i>Aportacions al creixement de la Renda Bruta Disponible</i>									
PIB		5,6	5,1	6,2	4,9	5,6	6,2	5,5	5,6
TIC		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7
Resta economia		5,1	4,7	5,6	4,2	4,8	5,6	4,7	4,8
TIC/total economia		7,8	8,9	9,6	13,5	14,7	10,9	14,6	13,4
<i>Promemòria: aportacions al creixement en termes reals</i>									
TIC			0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,3	1,6
Resta economia			1,6	3,4	2,3	2,3	3,4	3,5	3,4
TIC/total			26,0	19,0	30,0	34,0	28,0	27,0	32,0

Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Departament de Comerç (1998; 1999; 2000) i del Bureau of Economic Analysis dels EUA (1999).

Diversos elements a destacar. Primer, *l'evolució creixent del sector TIC en la determinació del conjunt de la renda dels EUA*. En efecte, en termes nominals la participació d'aquest sector productiu ha passat d'un 5,7% de la renda dels EUA el 1991 a un 7,9% el 1999, i amb unes previsions per al 2000 properes al 8,5%. Segon, *l'elevat dinamisme del sector*: entre el 1994 i el 1999 ha presentat increments mitjans anuals de la renda generada propers al 10%, molt per sobre dels avenços a l'entorn del 5% del conjunt de l'economia dels EUA. I, tercer, *l'elevada contribució del sector TIC al creixement econòmic*: entre el 1995 i el 1999 la seva

112. La renda generada s'equival a la renda originada per la producció de béns i serveis atribuïbles al treball i la propietat localitzats als EUA. Com assenyalava el Departament de Comerç (2000), l'anàlisi des de la renda (*Gross Domestic Income, GDI*) i no des de la producció (*Gross Domestic Product, GDP*) és resultat del fet que "el deflactor de preus utilitzat és resultat d'una aproximació des de la renda, ja que la classificació dels preus des de la producció no està suficientment desagregada". Tot i això, la contribució del sector TIC al creixement econòmic real dels EUA, calculat des de les dues òptiques, ens aboca a uns resultats similars: *prop d'una tercera part de l'augment del PIB o de la renda dels EUA en el període 1995-1999 s'explica per l'aportació del sector productiu vinculat amb les TIC*.

aportació s'ha situat a l'entorn del 30%. Per tant, podem concloure que *el sector TIC s'ha configurat com un dels elements explicatius del fort ritme de creixement econòmic dels EUA durant la segona meitat de la dècada dels noranta*¹¹³. A més, la visió panoràmica de l'OCDE (2000c) ens permet posar de relleu la progressiva importància que el sector TIC va prenent sobre el conjunt de l'activitat econòmica¹¹⁴. Per veure-ho, analitzarem quatre macromagnituds: el VAB, l'ocupació, la despesa en I+D i el comerç exterior¹¹⁵. Pel que fa al VAB (quadre 1.14), principal indicador de l'evolució de l'activitat productiva de qualsevol sector, es destacable el fet que el 1997 els EUA acaparaven gairebé la meitat de la producció del sector TIC de tota l'OCDE, tenint en compte que el seu VAB agregat representava prop d'una tercera part del conjunt d'aquests països.

Quadre 1.14. Valor afegit brut (VAB) del sector TIC a l'OCDE. 1997

En milions de dòlars corrents expressats en PPC i en percentatges

	VAB	% VAB TIC s/OCDE	% VAB TIC s/producció TIC	VAB TIC/ocupat TIC	VAB privat total	% VAB TIC/VAB privat total
Austràlia (1998-99)	14.402	1,2	31,6	73.636	347.675	4,1
Àustria ¹	9.379	0,8	32,3	56.917	138.266	6,8
Bèlgica	10.029	0,8	28,8	76.926	174.166	5,8
Canadà	34.965	2,9	40,7	81.324	535.377	6,5
República Txeca ¹	5.733	0,5	43,4	37.716	123.187	4,7
Finlàndia	6.139	0,5	32,0	69.894	74.284	8,3
França	46.033	3,9	46,0	67.592	875.161	5,3
Alemanya ²	89.154	7,5	n.d.	91.534	1.458.771	6,1
Hongria ¹	7.048	0,6	38,8	44.765	76.508	9,2
Itàlia	53.837	4,5	39,5	80.183	924.663	5,8
Japó	151.009	12,8	35,9	73.743	2.613.527	5,8
Corea ²	67.722	5,3	48,1	135.635	585.273	10,7
Holanda ²	14.131	1,2	47,6	71.008	279.705	5,1
Noruega (1995)	3.670	0,3	51,0	49.641	57.783	6,4
Portugal ¹	6.155	0,5	36,4	62.267	109.616	5,6
Suècia	11.773	1,0	31,4	67.588	126.464	9,3
Gran Bretanya	81.919	6,9	35,6	73.692	979.441	8,4
EUA	581.540	48,8	49,5	128.629	6.717.825	8,7
G73	1.039.357	87,3	44,2	99.469	14.104.765	7,4
UE ^{3,4}	328.549	27,6	37,8	76.610	5.140.536	6,4
OCDE ⁵	1.190.537	100,0	43,5	96.470	16.197.692	7,4

1. Inclou les vendes interiors de maquinària, equip i suplementos. 2. Exclou les vendes interiors de maquinària, equip i suplementos. 3. Exclou Alemanya en la ràtio VAB/producció TIC. 4. Exclou Dinamarca, Grècia, Irlanda, Luxemburg i Espanya. 5. Calculat sobre els 18 països pels quals es disposa d'informació.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2000c).

113. Una aproximació complementària, aquest cop des de la demanda (vegeu Vilaseca i Torrent, 2001b), ens mostra com l'emergència del sector es reflecteix en una *elevada participació sobre el total de la inversió privada i del sector exterior dels EUA*. Efectivament, si relacionem els components de demanda del sector TIC amb els del conjunt de l'economia dels EUA veiem que el consum privat del sector representava el 1996 un percentatge del 3,4% de tot el consum dels EUA, molt inferior a la participació observada per la inversió privada (21%). Per últim, és important assenyalar l'alt grau d'obertura exterior d'aquest sector econòmic, amb una participació propera al 15 i al 17% sobre el total d'exportacions i importacions, respectivament.

114. Hem de destacar les dificultats de comparabilitat de les magnituds econòmiques del sector TIC, ja que no es disposa, en alguns casos de dades pels mateixos anys, ni tampoc d'una sèrie estadística homogènia, o, simplement, no hi ha estadístiques oficials.

115. L'OCDE defineix el Valor Afegit Brut (VAB) com *la producció bruta menys els inputs intermedis*. Aquest registre està valorat a preus de producció, inclou tots els impostos indirectes i exclou l'IVA i els subsidis. El volum d'ocupació es defineix com *el nombre de persones ocupades al sector i inclou el treball a temps complet i el treball a temps parcial*. El VABP (Valor Afegit Brut Privat) es calcula *restant al VAB el consum i la inversió pública i els impostos indirectes i sumant-li els subsidis*. La despesa en I+D són *els diners gastats en treball creatiu per emprendre un fonament sistemàtic que incrementi l'estoc de coneixement i l'ús d'aquest coneixement per desenvolupar noves aplicacions*. El comerç exterior fa referència a *les exportacions i importacions de béns i serveis TIC, independentment de la seva destinació final*.

Per ordre d'importància el seguia la Unió Europea, amb un 27,6% de tot el valor afegit generat pel sector TIC a l'OCDE, mentre que el Japó representava un 12,8%. Tanmateix, quan s'analitza la participació del sector TIC sobre el total de l'activitat econòmica privada de cada país, les percepcions d'implantació del sector TIC que es podrien tenir a priori presenten certes sorpreses. Efectivament, els països amb una participació d'aquest sector més elevada sobre l'activitat privada de l'economia eren Corea (amb un 10,7% del total), Suècia (9,3%) i Hongria (9,2%). Els EUA (8,7%), el Regne Unit (8,4%) i Finlàndia (8,3%) també presentaven participacions elevades, mentre que el Japó (5,8%) i els grans països de la Unió Europea (amb participacions inferiors al 6,5%) es situaven a una certa distància dels països amb un sector digital més desenvolupat. D'altra part, la ràtio entre el valor afegit generat i la seva participació en la producció ens permet aproximar-nos a la incorporació de valor d'aquesta activitat descomptant les despeses intermèdies, valor que, al seu torn, pot distribuir-se en salaris i beneficis. Segons aquest indicador els tres països amb una ràtio VAB/producció més elevada són Noruega, EUA i Corea. Finalment, la ràtio entre VAB i ocupat ens permet una primera aproximació a la productivitat del sector, donant com a més productius el sector TIC dels EUA i Corea. En aquest sentit, cal destacar que aquest indicador de productivitat en el cas dels principals països europeus se situava lluny de la mitjana de l'OCDE. Aquesta primera aproximació al sector TIC al conjunt de països de l'OCDE, es pot completar amb *una breu anàlisi de l'ocupació* (quadre 1.15). Com podria esperar-se, el 1997 la triada representava la majoria de llocs de treball del sector, amb un 35,3% del total als EUA, un 34,7% la UE i un 16,1% Japó.

Quadre 1.15. Ocupats totals i al sector TIC de l'OCDE. 1997
Milers d'ocupats i percentatges

	<i>Volum d'ocupats</i>		<i>% s/total OCDE</i>		
	TIC	Total	TIC	Total	% TIC/total
Austràlia (1998-99)	196	7.466	1,5	2,1	2,6
Austria ¹	165	3.364	1,3	0,9	4,9
Bèlgica	130	3.059	1,0	0,9	4,3
Canadà	430	9.405	3,4	2,6	4,6
República Txeca ¹	152	4.600	1,2	1,3	3,3
Dinamarca	96	1.879	0,8	0,5	5,1
Finlàndia	88	1.579	0,7	0,4	5,6
França	681	16.964	5,3	4,8	4,0
Alemanya ²	974	31.240	7,6	8,8	3,1
Hongria ¹	157	2.753	1,2	0,8	5,7
Islàndia (1996)	4	102	0,0	0,0	4,2
Irlanda ²	56	1.212	0,4	0,3	4,6
Itàlia	671	19.160	5,2	5,4	3,5
Japó ²	2060	60.121	16,1	16,8	3,4
Corea ²	462	18.618	3,6	5,2	2,5
Holanda ²	199	5.265	1,6	1,5	3,8
Nova Zelanda	31	1.498	0,2	0,4	2,1
Noruega (1996)	74	1.403	0,6	0,4	5,3
Portugal ¹	94	3.486	0,7	1,0	2,7
Suècia	174	2.784	1,4	0,8	6,3
Suïssa (1998)	172	2.852	1,3	0,8	6,0
Turquia ²	100	19.444	0,8	5,4	0,5
Gran Bretanya	1.112	23.057	8,7	6,5	4,8
EUA	4521	115.699	35,3	32,4	3,9

G7	10.449	275.645	81,6	77,2	3,8
UE ³	4.441	113.049	34,7	31,7	3,9

OCDE	12.800	357.009	100,0	100,0	3,6

1. Inclou les vendes interiors de maquinària, equip i suplementos. 2. Exclou les vendes interiors de maquinària, equip i suplementos 3. Exclou Grècia, Espanya i Luxemburg. 4. Calculat sobre els 24 països pels quals es disposa d'informació.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2000c).

Una primera conclusió a realitzar és la major intensivitat en treball del sector TIC a la UE, ja que amb un 27,6% del total del valor afegit a la OCDE, ocupava un percentatge de persones clarament superior (un 34,7% del total de l'OCDE). En canvi, els registres dels EUA semblen estar en sintonia amb una major intensivitat del capital, tal i com ja avançava l'indicador de productivitat. En efecte, els EUA amb gairebé la meitat del VAB generat l'OCDE només ocupava un 35,3% de persones que treballen al sector TIC d'aquest conjunt de països. Pel que fa a l'anàlisi individualitzada per països, cal remarcar que, novament, països no esperats ocupaven les primeres posicions. En aquest sentit destaca Suècia, amb un 6,3% del total de l'ocupació en el sector TIC, Suïssa (amb un 6,0%), Hongria (5,7%), Noruega (5,3%) i Dinamarca (5,1%). Als EUA les TIC representaven un 3,9% del total d'ocupació, mentre que al Japó un 3,4% i a la UE un 3,9%¹¹⁶.

Pel que fa a *la despesa en I+D* (vegeu el quadre 1.16) destaca, en primer lloc, que els EUA (amb un 51,5% de tota l'OCDE), el Japó (amb un 22,4%) i la Unió Europea, amb menys intensitat que el valor afegit i l'ocupació (17,3%) lideren aquesta tipologia d'inversió. Per països, s'aprecien diferències significatives quan s'analitza *la intensivitat* (o sigui la participació de la despesa en I+D sobre el VAB del sector TIC) *d'aquesta inversió*.

Quadre 1.16. I+D al sector TIC de l'OCDE. 1997

Valors absoluts en milions de dòlars PPC i percentatges

	Valors absoluts	% s/OCDE	% I+D/ VAB TIC	% I+D TIC/ I+D privat total
Austràlia (1998-99)	822	0,7	4,9	26,8
Bèlgica	612	0,5	6,1	20,1
Canadà	3.129	2,7	8,9	43,7
República Txeca	45	0,0	0,8	4,6
Dinamarca	329	0,3	-	21,1
Finlàndia	962	0,8	15,7	51,0
França	4.366	3,8	9,5	26,4
Alemanya	5.653	4,9	6,3	20,1
Grècia	76	0,1	-	46,9
Hongria	34	0,0	0,5	11,3
Islàndia	11	0,0	-	21,8
Irlanda	378	0,3	-	47,7
Itàlia	1.677	1,4	3,1	26,5
Japó	26.127	22,4	17,2	40,4
Corea	5.640	4,8	9,0	40,9
Mèxic	1	0,0	-	0,2
Holanda	791	0,7	5,6	19,6
Nova Zelanda	38	0,0	-	17,7
Noruega (1995)	324	0,3	6,3	29,2
Polònia	61	0,1	-	7,6
Portugal	50	0,0	0,8	23,5
Espanya	551	0,5	-	21,4
Suècia	1.427	1,2	12,1	27,9
Turquia	140	0,1	-	21,7
Gran Bretanya	3.227	2,8	3,9	21,8
EUA	59.916	51,5	10,3	38,0

G7	104.095	89,4	10,0	35,3
UE ^{1,2}	20.098	17,3	5,9	23,6

OCDE ^{2,3}	116.384	100,0	9,7	34,6

1. Exclou Àustria i Luxemburg. A més, exclou Dinamarca, Grècia, Irlanda i Espanya per la ràtio I+D/VAB.

2. La ràtio d'intensitat d'I+D (I+D/VAB) es calcula pels països que hi ha informació. 3. Calculat sobre els 26 països pels quals es disposa d'informació.

116. Una primera aproximació (Vilaseca i Torrent, 2001a) a l'ocupació dels sectors TIC per l'economia espanyola suggereix un volum total d'ocupats proper al mig milió de persones a l'altura del 2000. Per al 1997, aquesta xifra se situava a l'entorn de 360.000 persones, un 2,8% del total d'ocupats (un punt per sota la mitjana de la UE).

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2000c).

En efecte, el Japó (amb un 17,2% del VAB TIC), Finlàndia (amb un 15,7%), Suècia (amb un 12,1%) i els EUA (amb un 10,3%) presenten participacions molt més elevades que la resta de països de l'OCDE, cosa que podria explicar la futura dinàmica expansiva del sector. De la mateixa manera, també s'aprecien diferències molt importants quan es relaciona la despesa en recerca i desenvolupament del sector TIC amb la despesa total en recerca i desenvolupament del sector privat de l'economia. De nou, aquest indicador el lidera Finlàndia, amb més de la meitat de la inversió en I+D destinada al sector TIC. Igual que amb el valor afegit i l'ocupació els grans països de la Unió Europea presenten una participació de la inversió en recerca i desenvolupament al sector TIC clarament inferior a la dels EUA, Japó i els països escandinaus.

L'anàlisi del sector exterior de béns i serveis (vegeu el quadre 1.17) també posa de manifest diferències significatives. Primerament, cal destacar que el 1998 tant la UE com l'OCDE presentaven un dèficit comercial de les mercaderies del sector TIC, dèficit liderat pels EUA, Canadà, Alemanya, Itàlia, Austràlia i Espanya. En canvi, el Japó, Irlanda, Finlàndia, Mèxic, Corea, Suècia, Gran Bretanya i Hongria presentaven un superàvit comercial.

Quadre 1.17. Comerç exterior del sector TIC a l'OCDE. 1998

Valors absoluts en milions de dòlars i percentatges

	Exportacions	Importacions	Saldo	Exp. TIC/ Exp. totals	Imp. TIC/ Imp. totals	Exp.+Imp. TIC/ Exp.+Imp. totals
Austràlia	3.194	10.257	-7.063	4,4	13,1	8,9
Àustria	4.754	7.862	-3.108	5,0	8,2	6,6
Bèlgica ¹	12.755	13.331	-576	6,7	7,4	7,1
Canadà	18.024	30.229	-12.205	7,2	12,4	9,8
República Txeca	1.876	3.629	-1.753	5,5	10,5	8,0
Dinamarca ²	3.910	5.442	-1.532	8,3	12,7	10,4
Finlàndia	9.829	6.226	3.603	19,6	16,1	18,1
França	35.426	37.808	-2.382	9,4	11,1	10,2
Alemanya	53.580	64.173	-10.593	8,6	11,0	9,8
Grècia ²	334	2.177	-1.843	4,2	8,6	7,6
Hongria	5.127	4.880	247	21,5	19,7	20,6
Islàndia	39	264	-225	1,3	8,1	4,9
Irlanda ²	19.373	13.563	5.810	32,6	33,9	33,1
Itàlia	13.472	23.377	-9.905	4,4	8,5	6,3
Japó	101.358	47.026	54.332	24,0	13,5	19,2
Corea	34.169	20.590	13.579	21,8	18,0	20,2
Mèxic ³	27.761	24.513	3.248	21,4	17,7	19,5
Holanda	34.758	36.206	-1.448	14,6	16,7	15,6
Nova Zelanda	561	1.759	-1.198	3,5	11,3	7,4
Noruega (1995)	1.889	4.230	-2.341	3,5	7,8	5,6
Polònia	1.954	5.100	-3.146	4,4	9,6	7,2
Portugal	2.149	3.729	-1.580	6,3	8,4	7,5
Espanya	8.409	13.489	-5.080	5,3	8,6	7,0
Suècia	15.515	12.700	2.815	14,9	14,2	14,6
Suïssa ³	5.640	9.005	-3.365	5,3	9,4	7,3
Turquia ²	1.309	3.992	-2.683	4,7	8,6	7,1
Gran Bretanya	55.831	54.497	1.334	15,0	14,9	14,9
EUA	147.092	182.945	-35.853	15,2	16,4	15,9
G7	425.054	443.055	-18.001	12,8	13,5	13,1
UE	270.066	297.578	-27.512	10,1	11,8	11,0
OCDE	620.358	645.996	-25.638	12,5	13,2	12,8

1. Bèlgica i Luxemburg. 2. Comerç exterior de béns. 3. Exclou els serveis informàtics.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2000c).

De fet, un *indicador del grau d'obertura del sector TIC* (mesurat a través de la suma d'exportacions i importacions en relació amb les exportacions i importacions del total de

l'economia) mostra que el país més obert a l'exterior el 1998 era Irlanda (amb una participació del sector exterior TIC sobre el total del 33,1%), seguit ja a una certa distància per Hongria, Corea, Mèxic, Japó, Finlàndia i Holanda. Un cop més, cap dels cinc grans països europeus apareix en les posicions capdavanteres del grau d'obertura exterior del sector TIC (només la Gran Bretanya s'acosta a les participacions esmentades més amunt).

Finalment, i atenent a l'evolució d'aquestes quatre magnituds, l'OCDE (2000c) presenta una ordenació orientativa per països de la intensivitat del sector TIC¹¹⁷. Així, els indicadors seleccionats són el tamany relatiu sobre el conjunt del sector privat de l'ocupació, el valor afegit, la inversió en investigació i desenvolupament i el comerç exterior. A partir de la posició que ocupen en relació amb el conjunt de l'OCDE cadascun d'aquests percentatges s'han dividit els països en tres grups: *intensitat TIC elevada*, *intensitat TIC mitjana* i *intensitat TIC baixa*. Els resultats, reproduïts al quadre 1.18, mostren com al grup capdavanter hi trobem a dos països escandinaus (Finlàndia¹¹⁸ i Suècia), els EUA¹¹⁹ i la Gran Bretanya¹²⁰, així com a 3 països especialitzats en alguna de les produccions que integren el sector TIC. Hongria, que presenta una intensitat elevada en ocupació, valor afegit i comerç exterior, per bé que té una ràtio baixa en I+D, Irlanda, amb una intensitat alta en I+D i comerç exterior, però amb nivells baixos d'ocupació i sense dades de valor afegit i, finalment, Corea, amb intensitat elevada a tres components, amb l'excepció de l'ocupació¹²¹. Al grup d'intensitat mitjana s'inclou un ampli conjunt de països, d'entre els quals destaquen la resta de països escandinaus i algun dels grans països de la Unió Europea com França¹²² i Itàlia¹²³.

117. És important destacar que aquesta classificació està feta amb dades dels anys 1997 i 1998 i, per tant, està endarrerida en el temps. Una ordenació complementària (vegeu Vilaseca i Torrent, 2001a), amb altres indicadors més recents, confirmaria l'endarreriment relatiu del sector TIC de les grans economies de la UE en relació amb els EUA i el Japó.

118. En el període 1994-1998 el sector TIC ha explicat bona part del creixement econòmic de l'economia finesa (més del 25% del sector privat), atesa l'elevada especialització d'aquesta economia en les manufactures TIC, sobretot els equips i serveis de telefonia mòbil. Aquesta descripció, també és extrapolable per al cas de Suècia. Vegeu, Nordic Council of Ministers (1998) i Statistics Finland (1999).

119. Ja hem destacat més amunt la importància que té el sector TIC per l'economia dels EUA, ja que des del 1993 acumula una participació en el creixement econòmic del 15%. Només destacar la importància relativa dels serveis informàtics i les telecomunicacions, així com l'elevada participació de la producció interior en la satisfacció de la demanda interna (només un 35% de la demanda de mercaderies TIC es proveeix amb importacions), participació que cau fins al 5% quan es tracta de serveis.

120. L'aportació del sector TIC al creixement econòmic de la Gran Bretanya es va situar a l'entorn del 25% el 1997, molt per sobre del 4% assolit el 1995. Aquesta dinàmica expansiva s'explica per una estructura del valor afegit del sector TIC clarament especialitzada en els serveis informàtics i les vendes de maquinari, així com per la forta inversió del serveis de comunicacions (un 63% del total TIC el 1997).

121. Aquests tres països representen la possibilitat d'integració en el grup capdavanter de països intensius en el sector TIC, com a resultat d'una elevada especialització en alguns dels seus components, sense que això vagi acompanyat d'un important desenvolupament del mercat interior. En el cas d'Hongria l'especialització es dona en el sector dels altres serveis TIC, que comprenen els serveis informàtics i les vendes i lloguers de maquinari i equips, mentre que en el cas de Corea i d'Irlanda l'especialització se centra en la manufactura d'equips informàtics, que representa més d'un 70 i un 80% de tot el sector TIC, respectivament.

122. La contribució del sector TIC al creixement econòmic de França durant el període 1993-1997 va ser relativament modest (a l'entorn del 7% de mitjana). Tot i això, l'esforç inversor, més de cinc vegades superior al del conjunt de l'economia, l'estructura del valor afegit, amb una especialització compartida entre els serveis de telecomunicacions i els altres serveis TIC i un elevat grau d'obertura exterior, expliquen la intensitat mitjana en TIC de l'economia francesa. Vegeu, INSEE (1999).

123. El sector TIC té una importància mitjana en l'economia italiana, amb una participació propera al 6 i al 3,5% sobre el total del valor afegit i l'ocupació del sector privat, respectivament. Els serveis de telecomunicació, amb

Finalment, al grup de països més endarrerit hi trobem Austràlia, Bèlgica, Txèquia, Nova Zelanda, Polònia, Portugal, Turquia i dos dels grans països de la UE: Alemanya¹²⁴ i Espanya¹²⁵. En aquest sentit, cal destacar que dos estudis recents, un dels Instituts d'estadística dels països escandinaus (2000) i l'altre d'Eurostat (2001b) incideixen en el fet que "el sector TIC és un sector emergent, que representarà una part creixent de l'activitat i del creixement econòmic i que cal incidir en el desenvolupament de mètriques per a fer-ne un seguiment"¹²⁶.

Quadre 1.18. Els països TIC intensius de l'OCDE. 1997-1998

Alta intensitat	Intensitat Mitjana	Baixa Intensitat
Finlàndia	Àustria ¹	Austràlia
Hongria	Canadà	Bèlgica
Irlanda ¹	Dinamarca ¹	República Txeca
Corea	França	Alemanya
Suècia	Grècia ¹	Nova Zelanda ¹
Gran Bretanya	Islàndia ¹	Polònia ¹
EUA	Itàlia	Portugal
	Japó	Espanya ¹
	Mèxic ¹	Turquia ¹
	Holanda	
	Noruega	
	Suïssa ¹	

1. No totes les dades disponibles.
Font: Reproduït d'OCDE (2000c).

1.3.2. Algunes mesures de l'economia del coneixement

Fins al moment hem vingut analitzant les mètriques del sector d'activitat vinculat amb les tecnologies de la informació i la comunicació. De fet, hem pogut comprovar que aquesta incipient branca productiva representava el 1997 un 7,4% del VAB privat generat a l'OCDE, un 3,6% de l'ocupació i al voltant d'una tercera part de la inversió en I+D. A més, el 1998, prop

més de la meitat del sector TIC i la forta inversió en I+D expliquen la intensitat mitjana d'aquesta economia. Vegeu, Fenga et al. (1998).

124. El fet que l'economia alemanya es trobi entre les que presenta un desenvolupament inferior del sector TIC es deu bàsicament a la seva baixa especialització (menys del 6% del VAB privat el 1997). Tot i això, l'elevada inversió en I+D (més de 3,5 vegades la total) i el pes específic elevat dels serveis de telecomunicacions resituarien a l'alça els registres d'Alemanya si disposéssim de dades més recents.

125. De les cinc grans economies de la Unió Europea l'espanyola és la que presenta un endarreriment relatiu més elevat en relació amb el desenvolupament del sector TIC. Tot i això, els registres del sector exterior mostren un ritme de creixement de les exportacions elevat (21,5% de mitjana en el període 1990-1998, per sobre del 13,7% del total de l'economia), per bé que les importacions evolucionen a un ritme similar (prop de l'11% tant les del sector TIC com les del conjunt de béns i serveis). De fet, dos estudis recents, un d'Eurostat (2001b) i l'altre de Rodríguez (2001), suggereixen que el VAB TIC de l'economia espanyola en relació amb el total de l'activitat econòmica se situava al voltant del 3% el 1998. A més, un recent treball de Castells i Díaz de Isla (2001) analitza amb detall l'evidència empírica disponible de la difusió i els usos d'Internet a Catalunya i Espanya.

126. Una actualització recent (vegeu Vilaseca i Torrent; 2002), basada en la metodologia de l'OCDE (2000c), mostraria com a l'any 2000 els EUA continuaven liderant el desenvolupament del sector TIC, seguits de ben a prop per Finlàndia i ja més a més distància per Suècia i Japó. Els cinc grans països de la UE, en canvi, mantenien posicions allunyades d'aquests països capdavaners, per bé que entre el Regne Unit i Espanya (el països més avançats i endarrerits dels cinc grans de la UE) encara es mantenia una diferència significativa. Aquesta visió, dels països escandinaus com els més desenvolupats en el camí cap a la societat també és després d'un treball dels Instituts d'estadística de Dinamarca, Finlàndia, Islàndia, Noruega i Suècia (2000).

del 13% del comerç exterior del conjunt de països de l'OCDE el realitzaven els béns i serveis TIC. Ara bé, com hem vingut assenyalant reiteradament, l'economia del coneixement no és circumscrita únicament al sector TIC¹²⁷, ja que també hem de tenir present la dinàmica d'altres branques productives. Quines són?. Les hem dividit en tres grans grups (vegeu el quadre 1.19)¹²⁸. A banda del sector TIC, el primer grup incorpora les activitats directament vinculades amb la generació de coneixement. Això és, *la indústria de la creació, edició i difusió del coneixement*, que, al seu torn, agrupa dues grans branques productives: *l'ensenyament, la investigació i el desenvolupament i les activitats d'edició i difusió del coneixement*¹²⁹ i *la indústria dels continguts digitals*¹³⁰. El segon gran grup de la nostra classificació són el conjunt d'*activitats intensives en coneixement*. La classificació presentada segueix els patrons de l'OCDE (1999c; 2001c), ja que s'ha utilitzat com a punt de partida les *activitats industrials amb intensitat tecnològica*¹³¹ (i per tant de coneixement) *alta i mitjana alta*, així com les *activitats de serveis intensives en coneixement*¹³². Pel que fa a les activitats industrials, podríem agrupar la intensitat de coneixement en tres grans grups. El primer, *el material de*

127. Seguint la metodologia de l'OCDE (2000c) hem agrupat les branques productives del sector TIC en tres apartats. *Les manufactures TIC*, que incorporen la fabricació de màquines d'oficina, comptabilitat, ordinadors i components, els equips de transmissió i recepció de comunicacions i la fabricació d'instruments i aparells de mesura i control del procés industrial i no industrial, *les telecomunicacions* i *els serveis TIC*, que agrupen el comerç a l'engròs i els lloguers de maquinària i equips (ordinadors inclosos), així com els serveis informàtics i de software.

128. Aquest quadre presenta una classificació orientativa de la intensivitat en els usos del coneixement del conjunt de branques productives de l'economia. D'aquesta manera, i en funció de la intensitat del coneixement, hem dividit l'economia en quatre sectors: *el sector TIC, la indústria de creació, edició i difusió del coneixement, les activitats intensives en coneixement* i *les activitats menys intensives en coneixement*. Com assenjala l'OCDE (1999c): "Totes les branques productives incorporen, en certa mesura, aportacions de coneixement. Tanmateix, algunes branques n'incorporen més que d'altres. L'expressió "indústries basades en el coneixement" s'aplica generalment a aquelles que la intensitat de les aportacions de la tecnologia i/o del capital humà són relativament importants." Ara bé, tot i que s'està avançant en una classificació d'activitats intensives en coneixement a partir de la *Classificació industrial internacional uniforme per a totes les activitats econòmiques* (CIIU o ISIC Rev. 3), avui encara no disposem d'una classificació d'aquest tipus per al conjunt de l'economia, cosa que ha motivat l'elaboració d'aquesta proposta. A l'annex 1.1. hi ha el llistat de totes les activitats productives a 4 dígitos.

129. S'ha considerat oportú destacar en una branca productiva pròpia el conjunt d'activitats generadores del recurs explicatiu dels augments de productivitat. Seguint aquest patró la incorporació a la indústria del coneixement de totes les activitats formatives i d'investigació i de desenvolupament és del tot natural. A més, s'hi inclouen també un conjunt d'activitats relacionades amb la difusió de diverses manifestacions del coneixement, com les activitats d'edició i les culturals, entre altres.

130. A més, i dins de la indústria del coneixement, s'ha destacat en un capítol propi la indústria dels continguts digitals. Seguint la metodologia del SEDISI (2000) i de Rodríguez (2001), que recull els esforços metodològics dels Instituts d'Estadística de la UE, aquest capítol incorpora *l'edició i reproducció de suports enregistrats, la producció i distribució cinematogràfica i de vídeo*, així com *les activitats de ràdio i televisió*.

131. Aquesta classificació es realitza a partir d'una metodologia que, com assenjala l'OCDE (2001c) "avalua i ordena tres indicadors d'intensitat tecnològica, reflectint, amb graus diferents, els aspectes de producció i d'usos tecnològics". Aquests tres indicadors, calculats per a cada branca productiva de la indústria, són: *les despeses en I+D dividides pel VAB, les despeses en I+D dividides per la producció* i *les despeses en I+D més la tecnologia incorporada als béns intermedis i d'equipament dividits per la producció*.

132. A diferència de l'activitat industrial, on la major disposició d'informació sobre la despesa i els usos de la tecnologia permet una aproximació a la intensitat en coneixement a partir de la tecnologia, l'activitat terciària presenta molts més problemes. De fet, la classificació en serveis intensius en coneixement de l'OCDE (1999c) és molt menys acurada que en el cas de la indústria. S'assenyala a les comunicacions, els serveis financers i a les empreses i als serveis col·lectius, socials i personals com a intensius en coneixement. L'ordenació que es presenta al quadre 1.19. intenta avançar en el detall d'aquestes agrupacions. En concret, s'han tingut en compte la intensitat dels usos de les TIC així com la formació general i específica de la força de treball a l'hora d'especificar quins són els serveis intensius en coneixement.

transport, que inclou la fabricació aeronàutica, la indústria automobilística i la ferroviària. El segon, *els productes químics, farmacèutics i la fabricació d'equips mèdics de precisió* i, el tercer, *la fabricació de maquinària, equips i aparells elèctrics*. Pel que fa als serveis intensius en coneixement vindria pels *serveis financers, d'assegurances i immobiliaris*, el conjunt de *serveis a les àrees funcionals de les empreses, els serveis socials i de salut i les activitats associatives*. Finalment, la resta d'activitats econòmiques no comentades s'inclouen al capítol d'activitats menys intensives en coneixement. A grans trets s'hi col·loquen, el sector primari, les indústries extractives, les manufactureres, la construcció i un ampli ventall de serveis, que van des de l'activitat comercial i hotelera, fins al transport i l'administració pública.

Quadre 1.19. Les activitats productives per intensitat de coneixement

<i>ISIC-3 rev.</i>	<i>Descripció</i>
<i>Sector TIC</i>	
<i>Manufactures TIC</i>	
3000	Fabricació de maquinària d'oficina, comptabilitat i informàtica
3130	Fabricació de fils i cables aïllants
32	Fabricació d'equips i aparells de ràdio, televisió i comunicacions
3210	Fabricació de tubs i vàlvules i altres components electrònics
3220	Fabricació d'equips de transmissió de ràdio, TV, telefonia i telègraf
3230	Fabricació d'equips receptors de TV, ràdio, so, vídeo i associats
3312	Fabricació d'instruments i aparells de mesura no industrial
3313	Fabricació d'equips de control per a processos industrials
<i>Telecomunicacions</i>	
6420	Telecomunicacions
<i>Serveis TIC</i>	
5150	Comerç a l'engròs de maquinària, equips i materials
7123	Lloguers de màquines i equips d'oficines (inclosos ordinadors)
72	Informàtica i activitats que s'hi relacionen
7210	Consulta d'equips informàtics
7220	Consulta de programes d'informàtica i subministrament de programes informàtics
7230	Processament de dades
7240	Activitats relacionades amb les bases de dades
7250	Manteniment i reparació de maquinària d'oficina, comptabilitat i informàtica
7290	Altres activitats d'informàtica
<i>Indústria de creació, edició i difusió del coneixement</i>	
<i>Ensenyament, I+D i activitats d'edició i difusió del coneixement</i>	
80	Ensenyament
8010	Ensenyament primari
8021	Ensenyament secundari de formació general
8022	Ensenyament secundari de formació tècnica i professional
8030	Ensenyament superior
8090	Ensenyament per a adults i altres tipus d'ensenyament
73	Investigació i desenvolupament
7310	I+D experimental en el camp de les ciències naturals i enginyeria
7320	I+D experimental en el camp de les ciències socials i humanitats
22-2213-2230	Activitats d'edició i impressió, excepte l'edició i reproducció de suports enregistrats
9212	Exhibició cinematogràfica i de vídeo
9214	Activitats teatrals i musicals i altres activitats artístiques
9220	Activitats d'agències de notícies
9231	Activitats de biblioteques i arxius
9232	Activitats de museus i conservació de llocs i edificis històrics
9233	Activitats de jardins botànics, zoològics i parcs nacionals
<i>Indústria dels continguts digitals</i>	
2213	Edició de suports enregistrats
2230	Reproducció de suports enregistrats
9211	Producció i distribució cinematogràfica i de vídeo
9213	Activitats de ràdio i televisió

Quadre 1.19. Les activitats productives per intensitat de coneixement (continuació)

<i>ISIC-3 rev.</i>	<i>Descripció</i>
<i>Activitats intensives en coneixement</i>	
<i>Indústries d'alta tecnologia</i>	
353	Fabricació d'aeronaus i naus espacials
2423	Fabricació de productes farmacèutics, substàncies químiques medicinals i productes botànics
3311	Fabricació d'equips medicoquirúrgics i d'aparells ortopèdics
<i>Indústries de tecnologia mitjana-alta</i>	
31-3130	Fabricació de maquinària i aparells elèctrics
34	Fabricació de vehicles de motor, remolcs i semiremolcs
24-2423	Fabricació de substàncies i productes químics, excepte els farmacèutics
352+359	Fabricació de locomotores i material ferroviari i d'equips de transport
29	Fabricació de maquinària i equips
<i>Serveis intensius en coneixement</i>	
65-70	Mediació financera i auxiliars, assegurances i plans de pensions i activitats immobiliàries
65	Mediació financera, llevat d'assegurances i plans de pensions
66	Assegurances i plans de pensions, llevat de la seguretat social obligatòria
67	Activitats auxiliars a la mediació financera
70	Activitats immobiliàries
74	Altres activitats empresarials, llevat de les de seguretat, neteja i envasament
7411	Activitats jurídiques
7412	Activitats de comptabilitat, tenidoria de llibres i auditoria i assessorament d'impostos
7413	Estudis de mercat i enquestes d'opinió pública
7414	Activitats d'assessorament empresarial i de gestió
7421	Activitats d'arquitectura i enginyeria i altres activitats d'assessorament tècnic
7422	Assaigs i anàlisis tècnics
7430	Publicitat
7491	Selecció i col·locació de personal
7494	Activitats de fotografia
85	Serveis socials i de salut
8511	Activitats hospitalàries
8512	Activitats mèdiques i odontològiques
8519	Altres activitats relacionades amb la salut humana
8520	Activitats veterinàries
8531	Activitats de serveis socials amb allotjament
8532	Activitats de serveis socials sense allotjament
91	Activitats d'associacions
9111	Activitats d'organitzacions empresarials i patronals
9112	Activitats d'organitzacions professionals
9120	Activitats de sindicats
9191	Activitats d'organitzacions religioses
9192	Activitats d'organitzacions polítiques
9199	Activitats d'altres associacions
<i>Activitats menys intensives en coneixement</i>	
<i>Indústria de tecnologia mitjana-baixa</i>	
23	Coqueries, productes de la refinació de petroli i combustibles nuclears
25	Fabricació de productes del cautxú i de plàstic
26	Fabricació d'altres productes minerals no metàl·lics
351	Construcció i reparació de vaixells i altres embarcacions
27	Fabricació de productes bàsics de la metal·lúrgia
28	Fabricació de productes metàl·lics, llevat de maquinària i equips
<i>Indústries de baixa tecnologia</i>	
36-37	Mobles, reciclatge i altres indústries manufactureres
20-21	Producció i fabricació de productes de fusta i suro, paper i productes de paper
15-16	Elaboració de productes alimentaris, begudes i tabac
17-19	Fabricació de productes tèxtils, peces de vestir, pells i articles de cuir
<i>Altres activitats primàries i industrials</i>	
01, 02, 05	Agricultura, ramaderia, silvicultura, pesca, vivers de peixos i serveis relacionats
10-14	Indústries extractives i explotació d'altres mines i pedres
40	Producció i distribució d'electricitat, gas, vapor i aigua calenta
41	Captació, depuració i distribució d'aigua
45	Construcció

Quadre 1.19. Les activitats productives per intensitat de coneixement (continuació)

ISIC-3 rev.	Descripció
<i>Serveis menys intensius en coneixement</i>	
50	Venda, manteniment i reparació de vehicles de motor i motocicletes. Vendes de combustible
51-5150	Comerç a l'engròs i intermediaris del comerç, llevat de les vendes de maquinària i equips
52	Comerç al detall i reparacions
55	Hotels i restaurants
60-63	Activitats del transport
6411+6412	Activitats postals i de correus nacionals i no nacionals
71-7123	Lloguers de maquinària i equips, d'efectes personals i estris domèstics, llevat del material d'oficina i ordinadors
7492	Activitats d'investigació i seguretat
7493	Activitats de neteja d'edificis
7495	Activitats d'envasament i empaquetatge
7499	Altres activitats empresarials
75	Administració pública i defensa. Plans de seguretat social d'afiliació obligatòria
90	Eliminació de rebuïgs i aigües residuals, sanejament i activitats similars
9241	Activitats esportives
9249	Altres activitats d'esbargiment
93	Altres activitats de serveis
95	Llars que ocupen personal domèstic
99	Organitzacions i òrgans extraterritorials

Font: Elaboració pròpia a partir de l'OCDE (1999c; 2000c; 2001c), IDESCAT (2001), United Nations (2001) i Rodríguez (2001).

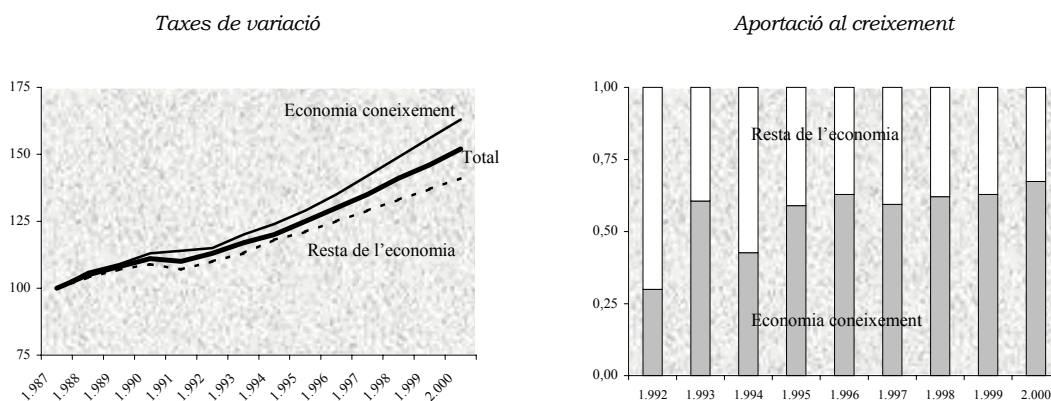
Quina és l'evidència empírica d'aquest conjunt d'activitats productives estratificades a partir de la intensitat del coneixement?. Com sol passar tot sovint, la manca d'estadístiques comparables i recents ens planteja un problema, tot i que la desenvolupada estadística dels EUA en permet fer-hi una aproximació empírica. Vegem-ho. A la figura 1.11. hem reproduït els resultats de la dissecció de l'economia dels EUA en dues branques productives, la intensiva en coneixement (*economia del coneixement*), que incorpora al sector TIC, a la indústria de la creació, edició i difusió del coneixement i al conjunt d'activitats intensives en coneixement, i la resta de branques d'activitat no intensives en coneixement¹³³. Els resultats són concloents. El conjunt de branques productives intensives en coneixement ha passat de representar un 46,7% de tot el valor afegit generat el 1987 a un 52,1% el 2000, amb un important guany de participació del sector TIC (des del 4,4% al 10,1%) i una certa estabilització de la indústria de creació, edició i difusió del coneixement (amb pesos lleugerament inferiors al 4%) i de la resta d'activitats intensives en coneixement (lleugerament per sobre del 38%). Ara bé, i a banda d'aquest guany de prop de 5 punts percentuals en el conjunt del valor afegit, es important remarcar que *el notable ritme de creixement de les activitats fortament vinculades amb el coneixement als EUA han explicat bona part del creixement econòmic d'aquell país*. Efectivament, amb un increment mitjà del 4,9% en el període 1988-2000, l'economia del coneixement ha superat amb escreix l'avenç de la resta de branques d'activitat (3,2%). D'aquesta manera, les activitats productives vinculades amb el coneixement han acumulat fins al 2000 un avenç, si prenem el 1987 en base 100, del 63%, clarament per sobre del 41% de la resta de les branques de l'economia no intensives en coneixement. De fet, aquest notable dinamisme explica l'elevada aportació del coneixement, mesurat a través del sector TIC, de la indústria del coneixement i de les activitats productives intensives en coneixement, al creixement econòmic agregat dels EUA. Com s'aprecia a la figura 1.11, *prop de dues terceres parts de l'augment del VAB dels EUA el*

133. Per a fer aquesta agrupació s'han agafat les dades del Valor Afegit Brut de l'economia dels EUA a 4 dígits i en dòlars constants del 1996 que proporciona el Bureau of Economic Analysis i s'ha procedit a l'agrupació del conjunt de branques productives en funció de la intensitat de coneixement.

2000 el van explicar les branques productives vinculades amb el coneixement, registre que el 1992 superava, per ben poc, el 25%. En termes mitjans i desagregats, i a la darrera fase expansiva, això és des del 1992 al 2000, el sector TIC ha explicat més d'una quarta part de l'augment del VAB¹³⁴, la indústria del coneixement n'ha explicat prop d'un 3,5% i les branques productives intensives en coneixement al voltant d'una tercera part addicional. En canvi, la resta de branques de producció no intensives en coneixement, tot i representar gairebé la meitat de l'economia dels EUA només han explicat un 40% del creixement del VAB durant el període 1992-2000.

Figura 1.11. Valor afegit brut als EUA per intensitat de coneixement. 1987-2000

Taxes de variació en nombres índexs expressades en Base 1987=100 i punts percentuals d'aportació al creixement del VAB en percentatges. Valors originals en dòlars constants del 1996.



Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Bureau of Economic Analysis dels EUA. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.bea.doc.gov/bea/dn2/gpo.htm>. [Data de consulta: 10 de desembre de 2001].

Acabem de veure com el fort ritme de creixement econòmic dels EUA a la darrera fase expansiva del cicle s'ha basat en gran part en les branques productives vinculades amb el coneixement. Aquesta constatació, des del punt de vista de la producció, sembla confirmar l'evidència segons la qual el coneixement va adquirint una importància creixent en l'explicació d'un dels pilars de l'activitat macroeconòmica: el creixement econòmic. No sempre ha estat així. De fet, l'anàlisi de l'impacte de les TIC sobre un altra de les variables macroeconòmiques rellevants: la productivitat, ha estat objecte d'una important controvèrsia acadèmica.

La taula 1.20 reproduïx algunes de les mètriques més rellevants per al cas dels EUA. A partir de les aportacions inicials de Jorgenson i Stiroh (2000; 2001) i Whelan (2000), els

134. Aquest registre és consistent amb el treball de Landefeld i Fraumeni (2001), els quals estimen una aportació del sector TIC al creixement del PIB dels EUA en el període 1995-2000 d'1,2 punts percentuals. Si dividim aquesta contribució pel creixement econòmic mitjà del període (4,1%) ens surt una contribució del sector TIC lleugerament inferior al 30%. També cal destacar que aquesta participació és consistent amb els registres obtinguts pel Departament de Comerç dels EUA (2000), que pel període 1995-1999 suggerien una aportació del sector TIC al creixement de la renda dels EUA a l'entorn d'una tercera part..

quals atribueixen una importància significativa de les TIC en l'acceleració del creixement de la productivitat als EUA (entre el 44 i el 73%, respectivament, d'una acceleració propera al punt percentual durant la segona dècada dels noranta), el professor Gordon (2000) va aprofundir aquesta visió, tot destacant el fet que l'acceleració de la productivitat dels EUA era atribuïble gairebé exclusivament al sector TIC, cosa que desmuntava els arguments dels efectes sinèrgics cap el conjunt de l'activitat econòmica i, en conseqüència, l'existència d'una nova economia. Tanmateix, un altre reconegut investigador de la productivitat, el professor Nordhaus (2001), utilitzant dades actualitzades i millors mesures de l'output¹³⁵ arriba, precisament a la conclusió inversa: *gairebé la meitat de l'acceleració de la productivitat del treball dels EUA es deguda a la utilització de les TIC per la resta de branques productives de l'economia*. Aquesta és també la conclusió a la que arriben Oliner i Sichel (2000) i un estudi recent del Consell Econòmic del President (2001)¹³⁶. D'aquesta manera, es pot afirmar que *l'evidència empírica existent confirma la progressiva incorporació de les TIC al conjunt de branques productives de l'economia dels EUA*¹³⁷.

Quina és l'evidència empírica existent relativa a la resta de països?. Arribats a aquest punt hem de citar els treballs de Schreyer (2000), Scarpetta, Bassanini, Pilat i Schreyer (2000), el Banc Central Europeu (2001) i Colecchia i Schreyer (2001). Tots ells apunten en una clara direcció: *els EUA no són un cas únic en l'aprofitament dels efectes sinèrgics que generen les TIC sobre el creixement econòmic i de la productivitat*. De fet, tant al Japó, al Canadà i a Austràlia com al conjunt de països de la UE, les TIC semblen estar al darrere, tot i que amb diferents intensitats, d'una part cada cop més important en l'explicació del creixement econòmic. A grans podem resumir aquests treballs afirmant que *les tecnologies*

135. A partir de les noves dades homogènies de productivitat del treball elaborades pel Bureau of Labour Statistics dels EUA, el professor Nordhaus (2001) refuta la tesis del professor Gordon (2000). Concretament, i a partir de tres indicadors de productivitat (el PIB des de la renda, l'output del sector privat des de la renda i una nova mesura anomenada *output ben mesurat*, que inclou els sectors productius on el càlcul de l'output és consistent (tota l'economia excepte la construcció i els serveis financers i els públics), l'autor descomposa l'augment de la productivitat del treball en 3 components: *l'efecte de productivitat pura* (una variació composta del creixement de la productivitat a tots els sectors productius), *l'efecte Denison* (que captura l'efecte dels canvis de la participació de l'ocupació en la productivitat agregada) i *l'efecte Baumol* (que captura la interacció entre les diferències en el creixement de la productivitat i el canvi de les hores treballades a les diferents indústries). Els resultats són conclouents ja que amb els tres indicadors de l'output l'efecte rellevant en l'explicació de l'acceleració de la productivitat del treball dels EUA és l'efecte pur, cosa que li permet afirmar que la nova economia i els seus efectes sinèrgics cap a la resta de l'economia han explicat l'acceleració de la productivitat de l'economia dels EUA. De fet, entre el 1996 i el 1998, i en comparació amb el període 1978-1995, la productivitat del treball de l'economia dels EUA es va accelerar d'1,2 punts percentuals amb la mesura del PIB, d'1,8 punts amb la mesura de l'output del sector privat i de 2,1 punts utilitzant l'output ben mesurat. A més, dels 1,8 punts d'acceleració de l'output del sector privat, 0,65 punts corresponien als sectors vinculats amb la nova economia, mentre que 0,54 punts (dels 1,2 d'acceleració utilitzant el PIB), 0,65 (dels 1,8 punts utilitzant l'output del sector privat) i 1,2 punts (dels 2,1 utilitzant l'output ben mesurat) corresponien a acceleracions de la productivitat del treball fora dels sectors de la nova economia. D'aquesta manera, l'autor conclou que *"és clar que el rebrot de la productivitat no es pot focalitzar únicament a alguns sectors de la nova economia"*.

136. Un bon i recent compendi de com les tecnologies de la informació i la comunicació han comportat una revolució econòmica i un canvi substancial en la tendència de la productivitat és el de l'FMI (2001).

137. De fet, aquesta evidència des del punt de vista macroeconòmic no fa res més que confirmar el que des del punt de vista de l'anàlisi empresarial o de sector productiu ja feia un cert temps que s'albirava. Vegeu els treballs de Brynjolfsson (1996), Bresnahan, Brynjolfsson i Hitt (1999), Brynjolfsson i Hitt (2000a) o, més recentment, de Baily i Lawrence (2001). Aquests darrers evidencien com l'augment de la productivitat del treball de l'economia dels EUA en el període 1995-1999 es atribuïble a un conjunt heterogeni de branques d'activitat, entre les quals destaquen les manufactures de béns durables, el comerç a l'engròs i al detall, les finances i els serveis personals.

digitals han passat d'explicar entre 0,2 i 0,3 punts percentuals del creixement econòmic dels països desenvolupats la primera meitat de la dècada dels noranta a explicar-ne al voltant de 0,5-0,7 punts percentuals a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta¹³⁸.

Quadre 1.20. Els factors explicatius de l'acceleració de la productivitat del treball als EUA. 1973-2000

Punts percentuals d'aportació a l'acceleració de la productivitat del treball

	Jorgenson i Stiroh 1990-95/ 1995-98	Oliner i Sichel 1990-95/ 1995-99	Whelan 1974-95/ 1996-98	Council of Economic Advisors 1973-95/ 1995-00	Gordon 1972-95/ 1995-99
Acceleració productivitat treball	0,95	1,16	1,00	1,63	1,33
De la qual:					
Dependència capital	0,29	0,33	-	0,38	0,33
Indústria informació	0,34	0,50	0,50	0,62	-
Altres sectors	-0,05	-0,17	-	-0,23	-
Productivitat Total dels Factors	0,65	0,80	-	1,19	0,31
Producció informació i béns tecnològics	0,24	0,31	0,30	0,18	0,29
Altres	0,41	0,49	-	1,00	0,02
Resta de factors	0,01	0,04	0,30	0,04	0,69
Efecte cíclic	-	-	-	0,04	0,50
Mesura de preus	-	-	-	-	0,14
Qualitat treball	0,01	0,04	-	0,00	0,05
Promemòria					
Percentatge de l'acceleració de la productivitat del treball atribuïble a les TIC	44	64	73	71	-

Font: Elaboració pròpia a partir de diversos autors.

Per últim, no podríem acabar aquest apartat de mètriques de l'economia del coneixement sense fer referència a la inversió en aquest recurs i mercaderia de progressiva importància. De fet, en la nostra anàlisi de dins cap a fora, hem vist com les tecnologies digitals han adquirit una importància significativa a les economies avançades, fins al punt de generar un sector productiu nou: el sector TIC. I no només això, la progressiva incorporació del coneixement a l'activitat econòmica ens ha permès dissecionar al conjunt de branques productives de l'economia en les que són intensives en coneixement i les que no ho són. Tanmateix, i amb l'excepció dels EUA, la manca d'estadístiques comparables i recents aboca als investigadors a l'anàlisi de l'impacte de les TIC sobre el creixement econòmic i la productivitat. En aquest punt, també s'ha arribat a un cert consens en relació amb el fet que aquestes tecnologies han impulsat l'avenç d'aquestes dues macromagnituds. Amb tot, i com hem vingut assenyalant reiteradament, la nostra aproximació al coneixement és molt més àmplia que l'estudi de l'impacte econòmic de les TIC.

Per aquest motiu, una primera mesura aproximativa al nostre objecte d'estudi ens la dona l'OCDE (2001c) amb *la inversió en coneixement*, definida com "la despesa en

138. Pel que fa a la resta de països del planeta s'han de destacar els esforços estadístics de la UNESCO (1999) i del PNUD (2001), que ens donen una visió global del desenvolupament, i llurs diferències, de l'economia del coneixement.

investigació i desenvolupament, en software i la despesa pública i privada en ensenyament superior". El quadre 1.21. reproduïx la inversió en coneixement per al conjunt de països de l'OCDE i es relaciona amb la inversió (formació bruta de capital fix) en maquinària i equip. A més, s'inclouen dues columnes que mesuren la taxa mitjana anual de creixement en el període 1991-1998, tant de la inversió en coneixement com de la inversió total. El primer que cal subratllar és el fet que la inversió en coneixement presenta importants oscil·lacions entre els països més avançants i els més endarrerits. De fet, ens movem en un ventall entre el 6,5 i l'1,5% del PIB. Pel que fa a la dinàmica dels països més representatius cal destacar, un cop més, que els EUA (6,0%) i els països escandinaus (Suècia, amb un 6,5% del PIB lidera la inversió en coneixement a l'OCDE i Finlàndia, amb un 5,2%) lideren aquest indicador d'inversió en coneixement, seguits a una relativa distància pel Japó (4,7%), mentre que els grans països de la UE se situen clarament per sota, amb valors a l'entorn del 4% pel Regne Unit, Alemanya i França i modestos registres a l'entorn del 2% per Itàlia i Espanya. Amb tot, i en sintonia amb les conclusions extretes més amunt, és important destacar que, independentment del seu nivell inicial i amb l'excepció dels EUA, tant els països escandinaus com el Japó i els cinc grans països de la UE presenten, per al període 1991-1998, una tendència de la inversió en coneixement més acusada que la de la inversió total, cosa que s'hauria de traduir en una progressiva translació d'aquesta inversió cap el conjunt de l'activitat econòmica i, per tant, en una tendència expansiva del coneixement en l'explicació del creixement econòmic.

Quadre 1.21. Inversió en coneixement i FBCF a l'OCDE. 1998

Percentatges sobre el PIB expressat en dòlars PPC del 1995

	Inversió en coneixement				FBCF		
	I+D	Software	Educació superior	Total	Creix. mitjà total 1991-1998	Maquinària i equip	Creix. mitjà total 1991-1998
Austràlia	1,5	1,2	1,2	3,9	4,0	8,7	6,2
Àustria	1,8	0,9	0,8	3,5	6,3	9,0	1,4
Bèlgica	1,9	1,4	0,4	3,7	-	10,7	1,3
Canadà	1,6	1,6	1,5	4,7	2,6	9,4	3,0
República Txeca	1,3	1,2	0,8	3,3	-	16,6	3,7
Dinamarca	1,9	1,5	1,1	4,6	5,9	8,5	3,5
Finlàndia	2,9	1,2	1,1	5,2	6,8	7,0	-1,2
França	2,2	1,2	0,8	4,1	3,0	6,7	-1,1
Alemanya	2,3	1,2	0,7	4,2	2,2	7,8	-0,2
Grècia	0,6	0,2	0,9	1,7	10,1	8,0	1,2
Hongria	0,7	1,0	0,8	2,6	1,6	-	2,6
Irlanda	1,4	0,5	1,1	3,1	10,2	7,6	10,7
Itàlia	1,0	0,5	0,6	2,1	-0,6	8,9	-0,4
Japó	3,0	1,1	0,6	4,7	2,6	10,5	-1,2
Corea	2,6	0,4	2,2	5,2	-	8,9	0,7
Mèxic	0,4	0,4	0,7	1,5	-	11,1	4,6
Holanda	2,0	1,7	0,7	4,3	3,8	7,9	2,6
Noruega	1,7	1,2	1,0	4,0	5,6	8,7	5,8
Portugal	0,6	0,4	0,8	1,8	5,4	9,4	3,7
Espanya	0,9	0,5	0,8	2,2	4,3	7,1	0,8
Suècia	3,8	1,9	0,8	6,5	7,6	7,9	-2,2
Suïssa ¹	2,8	1,5	0,5	4,8	3,2	9,9	-2,8
Gran Bretanya	1,8	1,3	0,8	3,9	3,6	8,6	2,2
EUA ²	2,6	1,5	1,9	6,0	3,9	9,1	6,2
UE ³	1,8	1,0	0,7	3,6	3,1	8,0	0,4
OCDE ⁴	2,2	1,2	1,2	4,7	3,4	9,0	2,2

1. La mitjana de creixement anual es refereix al període 1992-1998. 2. La despesa en educació inclou l'educació post-secundària no terciària. 3. La mitjana anual de creixement exclou Bèlgica. 4. Es refereix als països pels quals es disposa d'informació. La taxa mitjana de creixement anual exclou Bèlgica, la República Txeca, Corea, Mèxic i Suïssa.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2000c).

2. El pensament econòmic sobre el progrés tecnològic

‘És realment sorprenent la sèrie de tonteries que un pot arribar a creure transitòriament, quan pensa massa temps sol i, en especial, en la teoria econòmica (com a d’altres ciències morals), com a conseqüència del fet que en aquesta disciplina, regularment, és impossible contrastar les idees mitjançant l’experimentació’. (John Maynard Keynes (1936). *La teoria general del empleo, el interés y el dinero*, pàg. 13).

Com hem evidenciat anteriorment, durant els darrers anys l’activitat econòmica de les principals economies del món s’ha caracteritzat per un notable increment de les relacions tecnològiques, que tenen en el coneixement a un dels seus fonaments principals. Com destaca l’OCDE (1998), la innovació tecnològica s’ha traslladat a l’estructura econòmica, des de vàries dimensions. En primer lloc, es poden destacar els canvis sectorials, derivats d’un augment de la preponderància dels subsectors intensius en tecnologia. En segon lloc, a més de la pròpia inversió en I+D, cal assenyalar els canvis en el procés inversor, derivats de la nova formació de capital en intangibles. I, en tercer lloc, canvis en les relacions comercials, resultat de l’augment de les interdependències internacionals pel comerç tecnològic, la inversió directe i la col·laboració entre empreses.

A banda dels importants canvis generats a l’oferta, i com ha assenyalat reiteradament Alan Greenspan (1998; 1999; 2000a), la innovació tecnològica ha tancat un *cercle virtuós* des de la demanda. Així, els augments de productivitat derivats de la inversió tecnològica, consoliden nous patrons de consum associats a la diversificació productiva de la indústria i els serveis, cosa que, en un context d’augment de la riquesa, retroalimenta el trinomi innovació tecnològica-nova producció-consum. Tanmateix, la innovació tecnològica no és una cosa nova i, tot i això, parlem de la transició cap una nova economia o l’economia del coneixement. Quins elements s’han incorporat a l’activitat econòmica en general, i la productiva en particular, per poder parlar d’aquest canvi?. Un repàs a la teoria econòmica del creixement ens permetrà tenir més elements de judici. De fet, aquest és l’instrument analític que ens permetrà situar la importància del progrés tecnològic sobre l’activitat econòmica en general, i sobre el creixement econòmic, en particular.

Una primera aproximació a la teoria econòmica del creixement ens diu que “*el nivell de renda d’una economia ve determinada per la seva dotació de recursos productius, que inclou a més del capital físic, i, en un sentit ampli, l’estoc de força de treball i els coneixements tècnics*”. Amb aquesta premissa, els investigadors de l’economia del creixement s’han plantejat insistentment una pregunta clau: què determina el ritme de creixement d’una economia?. Aquest capítol és un compendi de la multitud de respostes que els economistes han donat -i donen- a aquesta pregunta.

Tot i el gran nombre d’idees que ha generat el pensament econòmic en relació amb aquesta qüestió; idees que, tot sovint, han estat contraposades, a inicis del segle XXI, l’anàlisi teòrica dels fonaments del creixement econòmic ha arribat a un important grau de consens. A grans trets, podem afirmar que “*l’increment de la renda per càpita d’una economia és el resultat combinat de l’acumulació de factors productius (com el capital i el treball) i de la innovació a l’activitat econòmica, és a dir, del progrés tecnològic*”. De fet, el creixement econòmic es sustenta en base a l’acumulació de factors, que al seu torn, depèn de la inversió i

de la rendibilitat d'aquesta inversió, i en base al *progrés tecnològic*, que al seu torn, es fonamenta en la *inversió i en la difusió tecnològica*.

Al llarg d'aquest capítol estudiarem els models que interpreten aquests fonaments del creixement econòmic. En un primer apartat, analitzarem el bagatge que ha quedat del pensament econòmic clàssic en relació al paper que juga el canvi tècnic en la dinàmica del desenvolupament capitalista. A la secció següent, s'analitza la representació i la classificació del progrés tècnic en el marc de les teories del creixement, per aprofundir, als dos apartats següents, en les dues grans visions modernes del creixement econòmic: *l'exògena i l'endògena*.

2.1. La visió clàssica del creixement econòmic i el canvi tècnic

'Si la teoria econòmica tradicional o ortodoxa és defectuosa, l'error no el trobarem en la superestructura que s'ha muntat, procurant que tingui una gran consistència lògica, sinó en la manca de claredat i en la generalitat dels supòsits de partida'. (John Maynard Keynes (1936). *La teoria general del empleo, el interés y el dinero*, pàg. 11.)

La visió clàssica sobre la importància del canvi tecnològic en l'avenç del producte per càpita està estretament vinculada a l'anàlisi del desenvolupament capitalista. Com assenyala un dels principals historiadors del capitalisme, Angus Maddison (1982), l'acceleració del progrés tecnològic ha estat un dels principals motors del creixement capitalista:

'El producte total dels 16 països aquí considerats ha augmentat 60 vegades als darrers 160 anys –el període analitzat comprèn del 1820 al 1980 i els països tractats són Austràlia, Àustria, Bèlgica, Canadà, Dinamarca, Finlàndia, França, Alemanya, Itàlia, Japó, Holanda, Noruega, Suècia, Suïssa, Regne Unit i els EUA–, la seva població ha crescut més de quatre vegades i el seu producte per càpita s'ha multiplicat per 13. Les hores de treball anual s'han reduït de 3.000 a menys de 1.700, cosa que significa que la productivitat del treball ha augmentat unes 20 vegades. L'esperança de vida s'ha duplicat al passar de 35 a més de 70 anys. Anomeno a aquests fets "època capitalista", ja que el principal motor de creixement ha estat l'acceleració del progrés tècnic, essent la formació de capital l'instrument principal mitjançant el qual s'ha explotat aquest progrés per augmentar la producció.' (Angus Maddison (1986). *Las fases de desarrollo capitalista*, pàg. 15.)

El quadre adjunt resumeix l'experiència econòmica passada en èpoques històriques i mostra els determinants principals del desenvolupament econòmic a cadascuna d'elles. És una seqüència evolutiva en la qual els tres factors productius (recursos naturals, treball i capital) s'han ampliat com a resultat del progrés tecnològic i de l'educació. A més, l'eficiència assignativa d'aquests recursos ha millorat, gràcies a la divisió del treball.

Les èpoques considerades per Maddison¹ com a rellevants pel que fa al desenvolupament

1. Un altre investigador del desenvolupament capitalista, Luigi Pasinetti (1969), coincideix amb la diagnosi de Maddison i n'extreu les conclusions relatives a l'anàlisi econòmica: "*La indústria és, per dir-ho així, un concepte dinàmic. Implica producció, això és, el compromís i l'aplicació de l'ingeni de l'home per a crear i donar forma als productes que desitja. Però, donat que fent i experimentant l'home aprèn, està implícit a la mateixa naturalesa de la producció que es descobriren nous i millors mètodes de producció. Per suposat, que trobar-los necessita del seu temps. L'economista s'enfronta aquí no ja al problema de la racionalitat –característic de l'època mercantil– sinó davant d'un procés d'aprenentatge*".

econòmic són: *l'agrarisme*² (del 500 al 1500), *l'agrarisme progressiu*³ (del 1500 al 1700), el *capitalisme mercantil* (del 1700 al 1820) i el *capitalisme* (del 1820-actualitat). Aquesta ordenació d'èpoques per categories no és res més que una simple, però útil, classificació de la progressiva evolució de les principals forces materials que determinen el potencial de producció. Dit d'una altra manera, alguna d'aquestes èpoques, com per exemple l'agrarisme o el capitalisme, es caracteritzen per un factor productiu com a element determinant dels guanys de productivitat: la terra en el cas de l'agrarisme i el capital en el cas del capitalisme. O sigui, alguna d'aquestes èpoques es caracteritza per un paradigma tecno-econòmic, en el sentit de Khun (1962), diferent.

Quadre 2.1. Determinants del potencial de producció a sis èpoques econòmiques

Èpoques	Anys	Producció en funció de ¹ :
Pre-agrària	Abans del 500 dC	(N,L)
Agrarisme	500-1.500	(N',L',K)
Imperialisme antic Tornada a l'agrarisme	Coexisteix	(N',L'',K*)+p (N',L',K)
Agrarisme progressiu	1.500-1.700	(N',L',K)
Capitalisme mercantil	1.700-1.820	(N',L'',K'') ^s +p'
Capitalisme	1.820-actualitat	(N'',L''',K''') ^s +p''

1. N= recursos naturals. N'= recursos naturals apropiats i conservats. N''= recursos naturals desenvolupats i augmentats.

L= treball brut, no qualificat. L'= força de treball amb mínima destresa; èl·lit orientada defensivament, amb poca probabilitat de generar o absorbir nova tecnologia. L''= treballadors ordinaris amb una mínima destresa més una èl·lit burocràtico-militar eficient. L'''= força de treball dotada d'educació formal i ensinistrament en el lloc de treball, més una èl·lit burocràtico-militar eficient.

K= estoc moderat de capital de treball, inversió suficient per encarregar-se de la substitució i l'ampliació (provisió i dotació per a treballadors addicionals). K* = igual que K, però amb una major inversió en camins i serveis públics urbans. K'= igual que K, amb una expansió molt gradual de capital fix per càpita (intensificació). K''= igual que K', però la intensificació del capital hi és més important. K'''= estoc moderat de capital treball, complementada per una dotació més gran de capital fix. La inversió a tots els tipus de capital (substitució, ampliació i intensificació) és un mitjà principal de transmissió del progrés tècnic, què és tangible i percebut en comparació amb K' i K'', on estava present, però imperceptible.

s= economies d'escala i d'especialització.

p= despulles = llesves no compensades de productes i treballadors en àrees colonitzades. p'= despulles augmentades o reemplaçades pel comerç monopolista. p''= despulles residuals o negatives.

Font: Reproduït de Maddison (1986).

2. Després de la caiguda de Imperi Romà i, sobretot, del seu sistema de comunicacions, Europa va recaure en l'agrarisme que l'havia caracteritzat alguns segles abans. Durant un mil·lenni, fins al 1500 hi va haver un augment molt reduït de la població, tot i les seves importants oscil·lacions cícliques, i un increment nul de l'ingrés per càpita. Per a una anàlisi detallada d'aquest període, vegeu: Phelps Brown i Hopkins (1956).

3. El creixement econòmic durant aquest període va ser encara força modest, si bé clarament més favorable que el mil·lenni anterior. Aquest període es caracteritza per la manca dels forts retrocessos demogràfics que van caracteritzar el mil·lenni anterior, cosa que va permetre un increment proper a un terç de la població a Europa. Tot i això, les interpretacions de l'avenç de la producció i la productivitat són contraposades. Per un costat hi ha les interpretacions favorables a l'increment sostingut d'aquestes dues magnituds, com les de Kuznets (1974), Landes (1969) i Cipolla (1976). Per un altre costat, hi ha les interpretacions menys optimistes dels historiadors de caire malthusià.

Una de les primeres aportacions sobre els factors determinats del desenvolupament econòmic va ser la de Thomas Robert Malthus (1798). A la seva obra s'exposa una situació en la qual la pressió demogràfica exercia unes tensions de tal magnitud sobre la capacitat dels recursos naturals per a produir subsistències que l'equilibri només era possible a través de catàstrofes, - com la fam, les malalties i les guerres- que originaven una mortalitat a gran escala i que anomenava *frens positius*. Més tard, va proposar la introducció de *frens preventius*, com l'abstinència sexual, com a única forma d'evitar els frens positius. De fet, la teoria de Malthus, segons la qual la població augmentava en progressió geomètrica, mentre que els recursos avançaven en progressió aritmètica, va exercir una gran influència en l'anàlisi econòmica dels períodes precapitalistes⁴, si bé no es considera vàlida per l'època capitalista⁵:

'El poder de la població és tan superior al poder de la terra per a produir subsistències per a l'home, que la mort prematura ha de visitar la raça humana d'alguna manera. Els vicis de la humanitat són agents actius i capaços de despoblar; són els precursors del gran exèrcit de destrucció i, tot sovint, ells mateixos rematen aquesta terrible tasca. Per si fracassen en aquesta guerra d'extermini, les estacions malsanes, les epidèmies i les pestes avancen en un festeig terrorífic i s'emporten a milers, desenes de milers de persones. I, per si l'èxit fos encara incomplet, a la reraguarda hi ha la inevitable fam gegantina, que d'un sol cop poderós anivella la població amb els aliments del món.' (Thomas Robert Malthus (1798). *First Essay on Population*, pàg. 139.)

A l'època del capitalisme mercantil⁶ els països europeus més avançats van explotar la seva tecnologia sobretot en matèria d'infraestructures com la navegació, la construcció naval i l'armament per a desenvolupar no només el comerç internacional, sinó també millorar el transport interior, amb l'objectiu d'integrar els mercats nacionals. El cas paradigmàtic de capitalisme mercantil és el Regne Unit, que va emprar aquest període, en paraules de Maddison com "*una plataforma de llançament, ja que li va donar una important dimensió al mercat interior, necessària per a impulsar l'acceleració del progrés tècnic al sector tèxtil*". El 1776, amb l'aparició de *la riquesa de les nacions*, l'escocès Adam Smith, en el marc analític de la *teoria del valor*⁷, va analitzar molt acuradament les forces motrius de l'època capitalista

4. Tot i les conclusions catastrofistes del pensament malthusià, cal mencionar que en realitat la situació en el període descrit com a agrarisme progressiu no era tant dolenta. Si bé, la majoria d'economies funcionava sota un límit reduït d'ingrés, atesa la lentitud del progrés tecnològic, la població no patia d'escassetats endèmiques de llarga durada, tot i que si és cert que hi havia alguns períodes de fam.

5. Maddison enumera les raons que matisen el pensament malthusià. Aquestes raons van des de l'anàlisi de la fecunditat i la mortalitat, que entre el 1500 i el 1700 no es trobaven a Europa en el seu màxim biològic, i el fet que els patrons de vida estaven per sobre dels criteris de subsistència, fins a la possibilitat de millorar l'explotació de la terra, tant extensiva com intensivament. De fet, l'historiador conclou que la civilització, bàsicament agrària que poblava Europa entre el 1500 i el 1700, era progressiva, en el sentit que el progrés tecnològic i l'acumulació de capital hi jugaven ja un paper.

6. El capitalisme mercantil no només va ser una època sinó també una doctrina que va dominar el pensament econòmic, segons la qual: "*l'augment de la riquesa de les nacions es basava en un excés de les exportacions sobre les importacions*".

7. Segons el propi Smith la paraula valor té un doble significat: "*A vegades expressa la utilitat d'algun objecte en particular i a vegades el poder de compra d'altres béns que confereix la propietat d'aquest objecte. Es pot anomenar a la primera definició valor d'ús i a la segona valor de canvi*". [Adam Smith (1776). *La Riquesa de les nacions*, Alianza Editorial, 2001, Madrid, pàg. 67]. La principal aportació de l'autor és la consideració del treball i la seva divisió com a element primordial del valor de canvi: "*El treball anual de cada nació és el fons del qual es deriva tot l'aprovisionament de coses necessàries i convenients per a la vida que la nació consumeix anualment, i que consisteix sempre en el producte immediat d'aquest treball, o en el que es compra amb aquest producte a d'altres nacions. (...) A tota nació, aquesta proporció –es refereix a la proporció entre els productes que es consumeixen i el nombre de persones que ho fan- depèn de dues circumstàncies diferents: primer, de l'habilitat, destresa i judici en què habitualment es realitza el treball; i segon, de la proporció entre el número dels que estan*

mercantil. De fet, l'autor insisteix en el paper cabdal de la major densitat del capital a l'hora de fomentar el creixement econòmic, en les oportunitats d'aconseguir economies d'escala i d'especialització, així com en el paper que podia jugar la política econòmica en l'acceleració del creixement. Tot i això, el seu enfocament no comprenia una distinció clara entre els beneficis derivats del progrés tècnic i el de les economies d'escala, ja que el seu punt de partida eren un conjunt de països amb una distància econòmica relativa⁸ i va excloure el que anomenava els *“salvatges despallats”*. Per aquest motiu, Smith tracta el capital principalment com un estoc que pot augmentar-se per càpita per a fer possible la utilització de mitjans més complexos de producció, més que no pas com un element per a finançar noves tècniques productives. De fet, el capital segons el pensament smithià és *“un fons per a satisfer les necessitats de subsistència dels treballadors, així com per a la provisió d'instruments i equip”*. És a dir, el capital circulant era més gran que el capital fix, de manera que aquest input era vist com un instrument de millora de la producció actual⁹ - economies d'escala -, més que no pas com a instrument per a la creació de nous productes i processos - progrés tecnològic -. Com assenyala el propi Smith:

Tot i que tot el producte anual de la terra i el treball de qualsevol país està indubtablement destinat en última instància a satisfer el consum dels seus habitants i procurar-los un ingrés, quan sorgeix de la terra o de les mans dels treballadors productius naturalment es divideix en dues parts. Una d'elles, tot sovint la més gran, es dirigeix a reposar el capital o a renovar les provisions, materials i articles acabats que han estat retirats del capital; l'altra constitueix l'ingrés del propietari del capital, el seu benefici, o l'ingrés d'alguna altra persona, com a renda de la seva terra. Així, el producte de la terra, d'una banda, reposa el capital del granger i, de l'altra, paga el seu benefici i la renda del terratinent, i constitueix de tal manera un ingrés tant per al propietari del capital, en forma de benefici, com per al propietari de la terra, en forma de renda de la terra. De la mateixa manera, el producte d'una gran indústria, d'una banda, i sempre la més gran, reposa el capital de l'empresari i, de l'altra, paga el seu benefici i representa així un ingrés per al propietari del capital. La part del producte anual de la terra i el treball de qualsevol país que reposa el capital mai s'inverteix en una altra cosa que no sigui mantenir braços productius. Només paga salaris de treballadors productius. La part que es destina a l'ingrés, en forma de benefici o de renda, pot sostenir indistintament braços productius i improductius'. (Adam Smith (1776). *La riqueza de las naciones*, pàgs. 426 i 427).

La diferència principal entre l'època capitalista i el capitalisme mercantil¹⁰ radica en la important acceleració del ritme de creixement del progrés tecnològic, que va fer necessari un

ocupats en treball útil- els treballadors productius- i els que no ho estan –els treballadors improductius -“. [Adam Smith (1776). *La Riqueza de las naciones*, Alianza Editorial, 2001, Madrid, pàg. 27].

8. L'ordre de col·locació segons el nivell d'ingrés d'Smith eren els Països Baixos, Anglaterra, França, les colònies nord-americanes, Escòcia, Xina i Bengala. De fet, l'autor insisteix en les accions de política econòmica que ajudin a aproximar a un país a la frontera de l'ingrés alt, assequible amb la tecnologia existent. Feia més èmfasi en les oportunitats resultants de l'eliminació de l'endarreriment econòmic, que en les provinents d'una nova tecnologia.

9. En aquest punt és interessant mencionar el fet que el famós exemple de la fàbrica d'agulles que Smith va donar com a il·lustració del guany potencial provinent d'explotar processos més complexos, derivats de la divisió del treball, no era una indústria nova. De fet, Smith no desconeixia el canvi tècnic, si bé el veia com un element més de reposició que no pas d'innovació.

10. No hi ha un acord clar entre els investigadors pel que fa als inicis del capitalisme mercantil. Alguns com Sombart o Weber, que posen l'èmfasi en les formes de propietat o la ideologia/religió, suggereixen una etapa de formació del capitalisme inicial al llarg del segle XV. En canvi, altres investigadors, com Dobb que centren el seu anàlisi amb la teoria monetarista, suggereixen la formació del capitalisme al segle XVI amb la coincidència del flux màxim de plata americana cap a Espanya. Finalment, els investigadors de l'escola marxista, entre d'ells Hobsbawn, suggereixen que el segle XVII va ser la última fase transitòria del feudalisme cap al capitalisme. Maddison indica l'aparició del capitalisme mercantil cap el 1700, tot i que reconeix un cert grau d'arbitrarietat en aquesta decisió. L'estancament econòmic dels grans països d'Europa, tot i el dinamisme dels Països Baixos, i el desplaçament del centre de comerç i navegació des de la Mediterrània fins al nord-est d'Europa, justifiquen la seva decisió.

notable increment de la taxa de formació de capital fix. De fet, la dotació de capital per treballador va augmentar significativament amb la progressió del coneixement científic desenvolupat a l'època i incorporat progressivament a l'activitat econòmica. Dos són els elements que destaquen i diferencien el capitalisme mercantil i el capitalisme pròpiament dit. En primer lloc, destaca el fet que el creixement dels països capitalistes avançats, amb l'excepció del Regne Unit, no es va vehicular a través dels altres països, sinó amb la consolidació dels mercats interiors. En segon lloc, el capitalisme s'ha caracteritzat per un increment sostingut del nivell general d'educació de la força de treball¹¹, element necessari per adaptar-se amb èxit a la rapidesa del canvi tècnic, a la vegada que augmenta la dotació de coneixement econòmicament útil. Amb l'objectiu d'esbrinar quines han estat les forces motrius del capitalisme a continuació s'aborda el pensament de tres dels economistes que més han aportat a l'anàlisi de l'esquema de producció capitalista. Són David Ricardo, Karl Marx i Joseph Alois Schumpeter¹².

David Ricardo, a la seva obra clàssica: *Els principis d'economia política i tributació*¹³ va reconèixer l'augment de la força productiva que havia suposat la maquinària i que oferia possibilitats de creixement econòmic significatiu al sector no agrari. Tot i això, i sota una certa influència malthusiana, Ricardo suggereix que el creixement de la productivitat seria més lent a la indústria que a l'agricultura. Aquesta idea, que s'emmarca de ple en el pensament ricardià, està relacionada amb els *rendiments decreixents de la terra i el salari de subsistència*¹⁴. De fet, la menor productivitat de la indústria i l'evolució descendent dels beneficis dels industrials estava compensada –més ben dit, generava un conflicte d'interessos– per l'increment de rendes de la terra per part dels terratinents. Per esmorteir temporalment aquest dilema Ricardo va proposar mesures de política econòmica concretes com reduir els drets d'importació sobre els aliments, fet que mantindria els salaris baixos i evitaria la contracció econòmica. La justificació d'aquesta proposta es fa en termes analítics i abstractes, sense tenir en compte les institucions o la història, en base a un model de dos sectors –el famós model de relació exterior entre el tèxtil d'Anglaterra i el vi de Portugal– on l'escassetat de recursos naturals actuava com a fre del desenvolupament capitalista¹⁵. A la

11. Segons Maddison, el 1820 l'individu mitjà i representatiu de la força de treball tenia menys de dos anys d'educació, mentre que el 1980 aquest promig d'educació havia pujat fins a deu anys.

12. Marx i Schumpeter analitzen global i interdisciplinàriament el desenvolupament capitalista. Ricardo, en canvi, emmarca la seva anàlisi en un context formal i abstracte de relacions econòmiques.

13. A diferència d'Smith, que posava l'èmfasi en els elements institucionals, el procediment analític de Ricardo era teòric. És a dir, analitzava les relacions entre un petit nombre de variables, mentre en congelava la resta. Aquest procediment científic, que a la ciència econòmica d'avui és del tot habitual –el famós *ceteribus paribus*– té amb Ricardo un dels seus principals precursors. De fet, en paraules de Schumpeter recollides a la *Història de l'anàlisi econòmica* “Ricardo va ser el primer constructor de models de la ciència econòmica”.

14. L'argument ricardià de menor increment de la productivitat a la indústria que a l'agricultura és el següent: atesa la limitació de l'oferta de terra fèrtil i el fet que la població estava creixent, la major demanda d'aliments portaria a l'explotació de terres menys fèrtils. El conseqüent increment relatiu dels preus dels aliments repercutiria desfavorablement sobre les despeses industrials, ja que en condicions de salaris de subsistència, un increment dels preus dels aliments suposa inevitablement un augment de salaris i, per tant, un increment de despeses, caiguda de beneficis i una contracció de l'activitat econòmica.

15. Alguns seguidors de Ricardo, com John Stuart Mill, van deduir l'adveniment d'un estancament capitalista com a resultat de les idees plantejades pel pensament ricardià. Tot i que aquesta predicció no es va complir, Ricardo va plantejar alguns elements d'anàlisi que han superat la prova del temps. Els models econòmics basats en l'esgotament dels recursos naturals – encara avui el Club de Roma analitza aquestes qüestions –, la consideració del sector industrial com un sector nuclear de l'activitat econòmica – molts investigadors han analitzat la relació de preus entre indústria o agricultura o els perills de la desindustrialització – i, per últim, la importància del comerç

tercera edició dels *Principis* (1821), Ricardo hi afegeix un capítol nou¹⁶, on s'aborda amb profunditat un tema que a les anteriors edicions havia quedat, si més no, dil·luid: “*la maquinària i els seus efectes de millora sobre els interessos de les diferents classes de la societat*”. En aquest apartat l'autor revisa la visió inicial que tenia de la influència de la maquinària sobre les classes socials. Amb el punt de partida segons el qual un increment de la *renda neta* no té perquè suposar un increment de la *renda bruta*, Ricardo arriba a la conclusió que *el “fons del qual els terratinents i capitalistes treuen llurs rendes – es refereix a la renda neta – pot augmentar, mentre que l’altre, aquell del qual depèn principalment la classe treballadora – es refereix a la renda bruta –, pot disminuir, i, en conseqüència, això implica – si no vaig errat – que la mateixa causa que pot fer augmentar la renda neta del país pot fer al mateix temps que la població sigui excessiva i determinar la condició del treballador*”. Sota aquestes condicions es desprenen quatre conclusions importants:

Primer, que el descobriment i l'aplicació útil de la maquinària sempre comporta un augment del producte net del país, tot i que, després d'un interval insignificant, no pot augmentar ni augmentarà el valor d'aquest producte net. Segon, que un augment del producte net del país és compatible amb una disminució del producte brut, i que els motius per a utilitzar maquinària són sempre suficients per a assegurar aquesta utilització, si ha d'augmentar el producte net; encara que pugui disminuir tant la quantitat com el valor del producte brut, i moltes vegades això passa. Tercer, que l'opinió que té la classe treballadora, que la utilització de la maquinària va amb freqüència en detriment dels seus interessos, no està basada en prejudicis ni en errors, sinó que s'ajusta als principis correctes d'economia política. Quart, que si la millora dels mitjans de producció deguda a la utilització de maquinària fes augmentar tant el producte net d'un país, que no disminuís el producte brut (em refereixo sempre a la quantitat de mercaderies, i no a llur valor), la situació de totes les classes de la societat milloraria. El terratinent i el capitalista es beneficiarien, no d'un increment de la renda i del benefici, sinó dels avantatges que comportaria poder adquirir, amb la mateixa renda i el mateix benefici, mercaderies el valor de les quals s'hauria reduït de forma molt considerable, mentre que la situació de les classes treballadores també quedaria molt millorada. En primer lloc, a causa de l'augment de la demanda de servents domèstics; en segon lloc, a causa de l'estímul a l'estalvi que proporcionarà un producte net tan abundant, i, en tercer lloc, a causa del baix preu de totes les mercaderies de consum amb què gasten llurs salaris.' (David Ricardo (1821). *Els principis d'economia política i tributació*, pàgs. 318 i 319).

A banda de ressaltar que la tercera conclusió va convertir-se en un dels punts de partida de l'anàlisi marxista sobre la *plusvàlua*, és important destacar que amb aquesta visió, Ricardo va encetar un dels debats més fructífers, i encara avui no tancat, de l'anàlisi econòmica del canvi tècnic: la *distribució dels guanys de la millora tecnològica*. Tot i això, la visió ricardiana de la millora tècnica a través de l'adquisició de maquinària no s'allunya molt del pensament dels seus contemporanis¹⁷ i es vista com un element d'acumulació de capital, més que no pas, a diferència de l'anàlisi marxista i schumpeterià, com un element central del desenvolupament capitalista:

internacional com a impulsor de la divisió del treball –avui dia a ningú se li escapa la relació entre obertura internacional i creixement econòmic– són algunes de les aportacions que Ricardo va deixar per la posteritat.

16. Es tracta del capítol XXXI: De la Maquinària, que a l'edició en català d'Edicions 62 va de la pàgina 314 a la 323.

17. És important destacar que Ricardo insisteix en la gradualitat del descobriment i de l'aplicació als processos productius de la maquinària i no en la seva àmplia utilització d'una manera sobtada. De fet, l'autor ja es pregunta pels fonaments del progrés tècnic, al qual no veu com a quelcom exogen a l'activitat productiva. A més, incorpora una visió sobre el cost d'oportunitat que té no incorporar la maquinària als processos productius, en un context de mobilitat internacional del capital. Aquest cost d'oportunitat es deriva de l'increment relatiu de la demanda de treball que genera la creació i l'aplicació de la maquinària a l'activitat productiva.

‘Cap Estat no ha d’obstaculitzar mai la utilització de la maquinària, perquè si hom no permet que un capital hi obtingui el màxim de renda neta que proporciona l’ús de la maquinària, serà portat a l’exterior, la qual cosa perjudicarà molt més la demanda de treball que una àmplia utilització de la maquinària, ja que mentre el capital és esmerçat en aquest país ha de crear alguna demanda de treball, perquè la maquinària no pot funcionar sense el concurs de l’home, ni tampoc pot ésser construïda sense l’aportació del seu treball. En invertir una part de capital en maquinària perfeccionada, hi haurà una disminució progressiva de la demanda de treball; en exportar-lo a un altre país, la demanda quedarà totalment anihilada. (...) Si, malgrat això, un país rebutgés l’ús de la maquinària mentre tots els altres països l’estimulessin, es veuria obligat a exportar el seu diner a canvi de les mercaderies estrangeres, fins que el preu natural de les seves mercaderies baixés al nivell del dels altres països. En fer-hi bescanvis, potser els donaria una mercaderia que costés aquí dos dies de treball, a canvi d’un altre que en costés un a fora, i aquesta desavantatjosa transacció seria conseqüència de la seva pròpia conducta, perquè la mercaderia que exporta, i que li costa dos dies de treball, només li’n costaria un si no hagués rebutjat la utilització de la maquinària els serveis de la qual saberen aprofitar de forma més assenyada els seus veïns.’ (David Ricardo (1821). *Els principis d’economia política i tributació*, pàgs. 322 i 323].

Karl Marx va postular amb més claredat que els seus contemporanis l’enorme poder productiu del capitalisme en comparació amb les èpoques anteriors. Es va situar a les antípodes del pensament malthusià i va contradir la teoria segons la qual la pressió de la població sobre els recursos productius frenava el progrés econòmic. A la seva obra fonamental: *el capital*¹⁸, va destacar l’important salt endavant per a la producció que va suposar la transició de la indústria manual cap a la manufacturera, així com la importància de *l’acumulació de capital fix*, com a punt de partida del progrés econòmic. De fet, l’anàlisi de Marx sobre la *circulació del capital* s’emmarca en una molt acurada descripció del que avui els economistes en diem el *flux circular de la renda*. El procés iteratiu de circulació del capital a l’esfera del mercat i a l’esfera de la producció i l’apropiació de la *plusvàlua* –la part del valor de la mercaderia extreta del treball no retribuït dels obrers- per part del capitalista, són dos dels principals fonaments de la dinàmica capitalista.

La conversió d’una quantitat de diners en mitjans de producció i força de treball és el primer moviment que fa la quantitat de valor que ha de funcionar com a capital. Succeeix al mercat, a l’esfera de la circulació. La segona fase del moviment, el procés de producció, es conclou tan bon punt els mitjans de producció es transformen en mercaderia, el valor de la qual excedeix el dels seus components; això és, conté el capital originalment desemborsat més una plusvàlua. Al seu torn, aquestes mercaderies s’han de llançar a l’esfera de la circulació. S’han de vendre, realitzar el seu valor en forma de diner, convertir novament aquest diner en capital i, així, una i altra vegada. Aquest cicle, que sempre recorre les mateixes fases successives, constitueix la circulació del capital. (...) El capitalista produeix la plusvàlua, és a dir, que succiona directament treball no retribuït dels

18. Igual que amb la resta d’autors, l’exposició que es presenta del treball de Marx és una síntesi d’una part de la seva monumental obra: *el capital*. En aquesta exposició es posa l’èmfasi en la visió que l’autor tenia sobre les lleis de moviment del desenvolupament capitalista i, en especial, la importància de la maquinària com a element d’apropiació de la plusvàlua. Tot i això, pocs autors com Marx han estat reinterpretats des de tantes perspectives diferents, de manera que fer una síntesi del seu pensament és encara més difícil que amb altres autors. Per diverses raons. En primer lloc, per l’extensió, tant quantitativa com qualitativa, de la seva obra. En segon lloc, pel fet que el *capital* va ser completat després de la mort de l’autor, amb més de 4.500 pàgines originals que ell mateix havia preparat. I, finalment, per la multitud d’interpretacions que ha donat el seu pensament. De fet, Marx és un dels pocs autors on el seu pensament (de Marx) i el pensament que es deriva de la seva obra (marxista) no sempre han anat amb la mateixa direcció. Per aquest motiu s’ha emprat el material original de l’autor i, concretament, una reedició i traducció (Ediciones Akal: segona edició 2000; primera edició 1976) d’una de les versions més completes del *capital*. Es tracta de la versió castellana traduïda directament de l’alemany i publicada per l’editorial Dietz, el 1962 a Berlín. Aquesta versió es basa en la quarta edició del *capital*, que va ser revisada i editada pel propi Engels el 1890, i sobre la qual els Instituts de Marxisme-Leninisme de Moscou i Berlín van revisar completament el text, els manuscrits i les notes originals de Marx i Engels, així com tots els textos editats en temps d’ambdós. Pel que fa a la traducció al castellà s’han tingut en compte la traducció francesa de Le Roy (1872), versió revisada per el propi Marx, i també la que es considera una de les millors traduccions al castellà: la de Wenceslao Roces (1959).

treballadors i el fixa en mercaderies, és el primer en apropiar-se d'aquesta plusvàlua, però no l'últim propietari d'aquesta.' (Karl Marx (1867-1883). *El capital*, Llibre 1, Volum III, pàg. 7].

El punt de partida del pensament de Marx és la *teoria de valor*¹⁹, que igual que amb Ricardo²⁰ es defineix a partir del *valor-treball*: “*el valor de cada mercaderia és –en condicions competitives- proporcional a la quantitat de treball incorporada a la mercaderia, sempre que aquest treball correspongui al nivell de l'eficàcia productiva mitjana existent –la quantitat de treball socialment necessària–*”. De fet, tot i les limitacions de la seva teoria de valor, Marx millora conceptes ricardians i estudia la distinció entre *capital constant* i *capital variable* (salari), que el porten cap a l'explicació del rendiment net del capital, és a dir, a la *teoria de l'explotació*. La veritable aportació de Marx en aquesta temàtica és la consideració que l'explotació dels treballadors era el resultat inevitable de la mateixa lògica del sistema capitalista, de manera que era totalment independent de les intencions de qualsevol individu. Per arribar a aquesta conclusió veu la força de treball com una mercaderia, que, com a tal, se li ha d'aplicar la llei del valor: “*el cervell, els músculs i els nervis d'un treballador constitueixen –per dir-ho d'alguna manera- un fons o reserva de treball potencial*”. Aquest raonament el va portar a postular que, en condicions d'equilibri i competència perfecta, el treball ha d'obtenir un salari proporcional al nombre d'hores-treball que van entrar en la seva producció. Quin és, però, el nombre d'hores-treball que determina el valor de les mercaderies que ha fet el fons de treball potencial emmagatzemat a dins d'un treballador? Doncs, “*el nombre d'hores-treball necessàries per a criar, vestir i allotjar el treballador*²¹”. Una vegada, els capitalistes han adquirit aquest fons potencial de treball, estan en disposició d'exigir més hores efectives de treball de les que han pagat. Com que hi ha una relació entre el preu final de la mercaderia i les hores-home emprades per la seva producció, es genera, en el si del *modus operandi* de la producció capitalista, una diferència entre el valor-treball generat i cobrat pel treballador. Aquesta diferència és la *plusvàlua*, que en virtut del funcionament dels mercats capitalistes arriba a les mans del capitalista, que explota als treballadors i rep dels consumidors el valor total de les mercaderies venudes. Un dels corol·laris més rellevants la teoria de l'explotació marxista és la confirmació d'una altra “llei” que tenia un lloc destacat en el pensament clàssic: els *beneficis decreixents*. En efecte, si considerem l'augment de la importància relativa del capital constant sobre el capital total a

19. Es pot trobar més que una síntesi, una justificada i acurada crítica a l'obra de Marx, a [Joseph A. Schumpeter (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*, Allen and Unwin, Londres]. A la traducció catalana d'edicions 62, l'anàlisi i crítica del pensament de Marx com a economista comprèn les pàgines 57 a 87. Pel que fa a la teoria del valor Schumpeter és taxatiu quan afirma que “*tothom sap que la seva teoria del valor no és satisfactòria*”. La seva manca de generalitat i la no consideració de situacions no competitives la fan menys adequada que la *teoria de la utilitat marginal*. Aquesta teoria s'atribueix conjuntament a tres economistes, Jevons, Menger i Walras, que van desenvolupar la seva obra independentment a la dècada del 1870.

20. A banda de la de Ricardo, alguns autors assenyalen la influència dels *fisiòcrates*, i de François Quesnay en particular, en alguns aspectes del pensament de Marx. En concret, la concepció del procés econòmic com un tot és molt similar a la idea de flux i d'interdependència econòmica del *Tableau Economique*. Un bon compendi de l'aportació de la *fisiocràcia* - sobretot la seva nova visió de la *riquesa* fonamentada en el *produit net* -, i la d'altres pensadors clàssics sobre el creixement econòmic és el de Walter Ellis (2000). Vegeu també, en format multimèdia, les principals aportacions de la fisiocràcia i dels altres corrents de pensament econòmic a Lluís Argemí (2000).

21. En aquesta argumentació Marx es desmarca, com a economista clàssic que era, de les idees d'alguns dels seus contemporanis que afirmaven que al mercat capitalista de treball, el treballador era enganyat o robat pel capitalista. A l'anàlisi de Marx el treballador rebia el valor ple del seu potencial de treball. L'explotació, en tot cas, vindrà per una altra via.

les indústries productores de béns de consum per als treballadors²² i si la proporció de plusvàlua o el grau d'explotació²³ es mantenen sense variació aleshores la taxa del rendiment del capital total decreixerà. De fet, l'anàlisi de Marx sobre el progrés tècnic i, en concret, sobre la inversió en maquinària, estableix un lligam entre dos dels seus pilars teòrics: *la teoria de l'explotació i la teoria de l'acumulació*.

L'explotació del valor-treball per part del capitalista i la seva ulterior inversió en maquinària es constitueix en un dels elements de generació de plusvàlua:

'Als seus *Principis d'economia política*, John Stuart Mill diu que: <es dubtós que tots els invents mecànics descoberts fins ara hagin esmorteït el treball quotidià de cap ésser humà>. Tanmateix, no és aquesta, en absolut, la finalitat de la maquinària emprada per el capitalisme. Com qualsevol desenvolupament de la força productiva del treball, ha d'abaratir les mercaderies i reduir la part de la jornada laboral que l'obrer necessita per a si mateix, amb l'objectiu de perllongar l'altra part en la que treballa gratuïtament per al capitalista. És un mitjà per a la producció de plusvàlua.' (Karl Marx (1867-1883). *El capital*, Llibre 1, Volum II, pàg. 79).

Mentre que l'acumulació de capital necessària per a aquesta inversió en capital constant és una de les bases de la conversió d'estalvi en capital total:

'Si la maquinària és el mitjà més poderós per a augmentar la productivitat del treball, és a dir, per a reduir el temps de treball necessari per a la producció d'una mercaderia, en quan que portadora de capital a les indústries que s'hi instaura primer es converteix en un mitjà poderós per a perllongar la jornada de treball més lluny de tot límit natural. Per un costat, genera noves condicions que permeten al capital tenir camp lliure per a la seva tendència constant –es refereix a l'acumulació– i, per un altre costat, genera nous motius per impulsar la seva demanda de treball aliè.' (Karl Marx (1867-1883). *El capital*, Llibre 1, Volum II, pàg. 121).

En conseqüència, el progrés tècnic sostingut requereix d'una relació augmentada de capital constant, cosa que pot reduir la taxa de guany a llarg termini, per bé que l'autor proposa un conjunt de forces compensatòries, que podrien impedir el col·lapse del sistema. Per aquest motiu, tot i que Marx va vaticinar la caiguda final del capitalisme, la seva hipòtesi de fracàs era més sociopolítica que econòmica, ja que esperava una creixent polarització dels interessos de capitalistes i treballadors, amb la victòria d'aquests darrers i l'abolició de la propietat privada dels mitjans de producció²⁴.

Joseph Alois Schumpeter va fer més èmfasi que Marx en el paper cabdal del progrés tecnològic a l'hora d'explicar el desenvolupament capitalista i menys en l'acumulació de

22. Aquesta consideració ens porta a un altre dels pilars de l'anàlisi de Marx: *la teoria de l'acumulació*. Segons aquesta visió els capitalistes converteixen en capital, és a dir, en mitjans de producció, la major part de l'explotació de valor feta als treballadors – avui, els economistes d'aquest procés en diem el procés d'*estalvi-inversió* -. Doncs bé, a l'acumulació marxista l'estalvi vehiculat a través de la classe capitalista es converteix en un increment instantani del capital real (el fix més el variable). Aquest moviment es donarà sempre en primer lloc a la part variable del capital total (el capital variable), ja que segons la teoria de l'explotació els capitalistes tendeixen a ampliar producció, cosa que suposa incrementar salaris, encara que la intenció sigui augmentar el capital constant, de la qual la maquinària n'és un dels elements importants.

23. La taxa de plusvàlua o el grau d'explotació és definida per Marx com la relació entre la plusvàlua i el capital variable (o els salaris).

24. Això no vol dir que amb el sistema alternatiu que proposava: el socialisme no hi hagués progrés tècnic. De fet, tot i en un sistema socialista, encara veia al progrés tècnic i a l'acumulació de capital com els fonaments del creixement econòmic. La diferència principal entre capitalisme i socialisme radicava en una distribució més justa de l'ingrés, l'eliminació de l'atur i la fi dels cicles econòmics.

capital. Igual que Marx, va rebutjar de ple la limitació al creixement econòmic que la pressió de la població exercia sobre els recursos naturals²⁵. Una de les principals aportacions de l'autor així com un dels seus punts de partida va ser la *concepció dinàmica del progrés tecnològic*. És a dir, va fer una taxativa distinció entre el funcionament d'una economia amb tecnologia estàtica i el funcionament d'una economia amb tecnologia dinàmica, on la tècnica i la organització productiva van canviant. Segons Schumpeter l'economia capitalista es caracteritza per un sistema canviant que “*desplaça tant el seu punt d'equilibri, que el nou punt no pot ser assolit per l'anterior més uns passos infinitesimals*”. Vegem amb més detall aquesta concepció schumpeteriana, on es destaquen els elements endògens i evolutius com a forces motrius de la màquina capitalista, que fonamenta la seva estructura en un procés de *destrucció creativa*:

El punt essencial és que, en tractar del capitalisme, ens les havem amb un procés evolutiu. Pot semblar estrany que algú pugui ignorar un fet tan evident i ja fa molt de temps demostrat per Karl Marx. No obstant això, l'anàlisi fragmentària, que ens ha proporcionat el nucli de les tesis relatives al funcionament del capitalisme modern, persisteix a voler-ho ignorar. Convé, doncs, tornar a exposar aquest punt i veure quina significació comporta en el nostre problema. El capitalisme és, per naturalesa, una forma o mètode de transformació econòmica que mai no ha estat, ni podrà ser, estacionària. Aquest caràcter evolutiu del procés capitalista no és degut simplement al fet que la vida econòmica transcorre en un medi social i natural que es transforma i que, a causa de la seva transformació, altera les dades de l'acció econòmica; aquest fet és important, aquestes transformacions (guerres, revolucions, etc) condicionen sovint el canvi industrial, però no en són els mòbils primordials. Aquest caràcter evolutiu tampoc no és degut a l'increment gairebé automàtic de la població i de capital, ni a les vel·leïtats dels sistemes monetaris. Aquests factors, com els anteriors, condicionen, però no motiven. L'impuls fonamental que engega i manté en marxa la màquina capitalista procedeix dels nous béns de consum, dels nous mètodes de producció i transport, dels nous mercats i de les noves formes d'organització industrial creades per l'empresa capitalista. (...) L'obertura de nous mercats, estrangers o interiors, i el desenvolupament de l'organització, des dels establiments artesans i dels tallers, fins a les empreses de gran envergadura, mostren el mateix procés de mutació industrial, que revoluciona incessantment l'estructura econòmica *des de dintre*, destruint continuament l'estructura vella i creant-ne una altra de nova. Aquest procés de *destrucció creadora* és la realitat essencial del capitalisme. El capitalisme, en definitiva, consisteix en això i cada empresa capitalista ha d'adaptar-s'hi per viure.' (Joseph A. Schumpeter (1942). *Capitalisme, socialisme i democràcia*, pàg. 136].

Amb aquesta concepció evolutiva del capitalisme, Schumpeter postula el *paper central de l'empresari*²⁶, enlloc de l'acumulació de capital, com a fonament del *desenvolupament econòmic*²⁷. Aquesta visió de *l'empresari innovador* vincula, com no s'havia fet fins al moment,

25. La seva opinió sobre els rendiments decreixents de la terra era tota una premonició: “*El progrés tecnològic l'hi ha donat la volta a qualsevol tendència semblant essent una de les més segures prediccions per al futur calculable que viurem obstaculitzats per l'abundància tant d'aliments com de matèries primeres, que donaran camp lliure a l'expansió de la producció total. Això, abraça també els recursos minerals*”.

26. Com és habitual en l'anàlisi schumpeteriana, l'autor fa una recerca del pensament anterior i analitza críticament la temàtica en qüestió. Pel que fa a la definició d'empresari accepta la visió de Say: “*la funció de l'empresari és la de combinar els factors de la producció, establint llur cooperació*” i descarta la visió gerencial de l'empresari que tenia Marshall. El que entén Schumpeter per empresari queda clar al següent passatge: “*Però, qualsevol que sigui el tipus, només s'és empresari quan es porten efectivament a la pràctica noves combinacions, i es perd el caràcter en quan s'ha posat en marxa el negoci; quan es comença a explotar igual que els altres exploten el seu*”. De fet, l'autor dedica el nucli central de la seva *teoria sobre el desenvolupament econòmic* a interpretar la funció de l'empresari en el marc de la corrent circular de la renda. El títol de capítol: el *fenomen fonamental del desenvolupament econòmic* ja ens avança la importància que li confereix a aquest agent econòmic. Vegeu, [Joseph A. Schumpeter (1934). *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1944, pàgs. 68 a 103].

27. Schumpeter va teoritzar una visió particular sobre el desenvolupament econòmic, que l'entenia com la posada en pràctica de noves combinacions dels mitjans productius: “*Produir significa combinar materials i forces que es*

les funcions de l'empresari amb la innovació tecnològica. De fet, en l'anàlisi dels possibles candidats exògens que expliquen l'èxit del capitalisme com a sistema, Schumpeter és taxatiu a l'hora de considerar el progrés tècnic i al capitalisme, del qual l'empresari i la seva recerca de beneficis en són un dels seus fonaments, com “*una sola i única cosa*”:

El darrer candidat és el progrés tecnològic. És cert o no que el rendiment observat ha estat degut a l'allau d'invencions que ha revolucionat la tècnica de producció, més que no pas la caça dels beneficis per part dels empresaris? La resposta és negativa. Dur a la pràctica les citades novetats tècniques ha estat l'essència d'aquesta caça. I la mateixa activitat inventiva, com exposarem més completament una altra hora, ha constituït una funció del procés capitalista, al qual cal atribuir les habituds mentals que han afavorit la invenció. És, per tant, completament erroni –i també completament oposat a la teoria marxiana- d'afirmar, com fan molts economistes, que l'activitat capitalista ha estat una cosa i que el progrés tecnològic n'ha estat una altra, factors diferents del desenvolupament observat de la producció; essencialment són una sola i única cosa o, expressat altrament, l'activitat capitalista ha estat la força impulsora del progrés tècnic.' (Joseph A. Schumpeter (1942). *Capitalisme, socialisme i democràcia*, pàg. 173].

Dues són les aportacions que d'aquesta vinculació han sedimentat en l'anàlisi econòmica. La primera, la visió de la innovació en forma de *raïms* o *onades d'innovació* discontinues en el temps. La dificultat inherent a les noves combinacions productives (no tothom serveix per a portar-les a la pràctica “*la innovació és difícil i només accessible a gent que té unes certes qualitats*” fa que el progrés tecnològic avanci discontinuament, cosa que es constitueix com un dels determinants dels cicles econòmics²⁸. La segona, la importància de l'estructura del mercat a l'hora d'analitzar la innovació tecnològica. En aquest punt, Schumpeter justifica l'adopció de pràctiques restrictives de foment al progrés tècnic, ja que en el context de la destrucció creativa “*l'impacte de les innovacions sobre l'estructura d'una*

troben al nostre abast. Produir altres coses, o les mateixes per mètodes diferents, significa combinar de manera diferent aquests materials i forces. En tant que pugui sorgir la nova combinació de l'anterior per l'ajust constant a passos petits, existeix indubtablement canvi, i possiblement creixement, però no podem parlar d'un nou fenomen, ni de desenvolupament en el nostre sentit. En la mesura que no sigui aquest el cas, i que les noves combinacions apareguin de manera discontinua, podem afirmar que ens trobem davant dels fenòmens que caracteritzen el desenvolupament. En conseqüència, només ens referirem a aquest darrer cas quan parlem de noves combinacions de mitjans productius, per raons de conveniència expositiva. El desenvolupament, en el nostre cas, es defineix per la posada en pràctica de noves combinacions”[Joseph A. Schumpeter (1934). *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1944, pàg. 76]. A més, l'autor va concretar quines són –i, per exclusió, quines no són- exactament aquestes noves combinacions: “*Aquest concepte abraça els cinc casos següents: 1) La introducció d'un nou bé –això és, un bé amb el qual no s'hagin familiaritzat els consumidors- o d'una nova qualitat d'un bé. 2) La introducció d'un nou mètode de producció, això és, d'un mètode no provat per l'experiència a la branca manufacturera que es tracti, que no precisa fonamentar-se en un descobriment nou des del punt de vista científic, i pot constituir simplement en una nova manera de formular comercialment una mercaderia. 3) L'obertura d'un nou mercat, això és, un mercat en el qual no hagi entrat la branca específica de la manufactura del país que es tracti, tot i que anteriorment existís aquest mercat. 4) L'assoliment d'una nova font de proveïment de matèries primeres o de béns semimanufacturats, hagi o no existit anteriorment, com els altres casos. 5) La creació d'una nova organització de qualsevol indústria, com la d'una posició de monopoli (per exemple, la formació d'un trust) o bé l'anul·lació d'una posició de monopoli existent amb anterioritat.*” [Joseph A. Schumpeter (1934). *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1944, pàg. 77].

28. Un raïm o onada d'innovacions s'impulsa a través dels imitadors que atrau la innovació original. Aquest procés acaba generant un estancament, que es trenca amb el temps per algun altre nou empresari. Així, resulta que l'empresari és el fonament del desenvolupament econòmic. Schumpeter, però va anar matisant la importància de l'empresari innovador com a element clau del desenvolupament i va veure com la funció empresarial podia ésser institucionalitzada en les grans corporacions. En aquest sentit, va acabar formulant una teoria dels cicles econòmics molt més complexa. Vegeu, Schumpeter (1939).

indústria redueix considerablement els efectes a llarg termini i la importància d'aquelles pràctiques que aspiren, per mitjà de reduccions de la producció, a conservar les posicions establertes i maximitzar-ne els beneficis". I, encara més:

És difícil de concebre que la introducció de nous mètodes de producció i de noves mercaderies es produeixi amb una competència perfecta i perfectament ràpida des del principi. I això significa que el nucli principal d'allò que anomenem progrés econòmic no és compatible amb la competència perfecta. De fet, la competència perfecta queda temporalment suspesa, i sempre hi ha quedat, quan és introduïda una innovació – ja automàticament, ja per mesures adoptades amb aquest propòsit –, malgrat que les condicions en general siguin perfectament competitives.' (Joseph A. Schumpeter (1942). *Capitalisme, socialisme i democràcia*, pàg. 165].

En resum, aquest enfocament, si més no provocatiu, va suposar un trencament amb la tradició acadèmica dels anys trenta i quaranta, que havia passat per alt l'anàlisi de Marx, i que feia alguns decennis que no s'interessava pels fonaments del creixement econòmic. De fet, com assenyala Maddison, "*Schumpeter va ubicar el canvi tècnic al centre de l'escenari del desenvolupament capitalista*". A més, al considerar, en el marc de la *destrucció creativa*, la temporalitat dels guanys provinents de la innovació, va posar sobre la taula un element, que precisament a l'actualitat, tot i que per motivacions diferents, torna a preocupar als economistes: la *naturalesa intangible del coneixement* i la seva dificultat per captar-lo en una funció de producció. Per últim, i igual que Marx, Schumpeter no aborda les qüestions de política econòmica, perquè esperava el col·lapse del sistema, precisament per l'automatització i burocratització de la innovació, o el que és el mateix, el capitalisme moriria d'èxit: "*Puix, que l'empresa capitalista, per la seva mateixa activitat, tendeix a automatitzar el progrés, arribem a la conclusió, que tendeix a convertir-se en ella mateixa en supèrflua, a enfonsar-se sota la pressió del seu propi èxit*".

A banda del pensament de Marx i Schumpeter la literatura sobre el creixement econòmic va ser escassa durant el segle XIX i la primera meitat del XX. De fet, un dels principals problemes al qual es van afrontar els economistes durant aquesta època va ser la manca d'estadístiques i d'indicadors econòmics fiables, que reflectissin la dinàmica del creixement econòmic²⁹. A partir de la segona guerra mundial va ressorgir l'interès pel creixement i el desenvolupament econòmic, tant pel que fa als països capitalistes avançats, com als països més pobres. Dins d'aquesta literatura destaquen dues idees que s'han afegit al pensament anterior en l'explicació del desenvolupament capitalista i que, d'alguna manera, marquen el punt de partida de les teories modernes sobre el creixement econòmic. La primera és la noció del *progrés tècnic incorporat a la dotació de capital*. La segona és la de *l'educació com a forma de capital humà incorporat a la força de treball*.

Wilfred Salter (1960) va presentar la primera d'aquestes idees amb un aparell formal molt acurat. Segons el seu pensament el "*capital és el vehicle principal del creixement econòmic perquè incorpora al progrés tècnic*", cosa que el va portar a definir l'estoc de capital com una acumulació de generacions successives de béns de capital, que augmenta el poder

29. Arribats a aquest punt, cal destacar els treballs de Simon Kuznets i Colin Clarke, que van perfeccionar el marc analític pel disseny de la comptabilitat nacional, així com dels principals agregats macroeconòmics i llur comparació internacional. La consolidació del paradigma keynesià i l'anàlisi de les funcions macroeconòmiques que d'ell se'n desprèn també va contribuir en gran mesura a la definició del nou marc analític de les teories modernes del creixement econòmic. Vegeu, Keynes (1936).

productiu de la inversió any a any, degut al progrés de la tècnica. A més, l'autor, a partir d'un treball estadístic a la indústria britànica entre el 1924 i el 1950, distingeix l'aportació al creixement econòmic de les economies d'escala i del progrés tècnic. Una altra incorporació de rellevància a l'anàlisi del creixement econòmic ha estat la idea de la importància que hi té l'educació. El concepte de *capital humà* introduït a la literatura econòmica a principis dels seixanta³⁰, enllaça amb el pensament de Smith, pel qual el treball no tenia perquè ésser homogeni. Totes dues aportacions han estat ampliades, corregides i millorades pels investigadors, que, a partir de l'aportació seminal de Solow (1957), han desenvolupat les teories del creixement econòmic i que a grans trets, dividim en models de *creixement econòmic exogen* i models de *creixement econòmic endogen*, els quals són analitzats a l'apartat següent.

2.2. Les teories modernes del creixement econòmic

³⁰ Amb una lectura ràpida de la literatura sobre el creixement econòmic real o amb un lleuger coneixement de la història de les economies en creixement un s'adona que els models que utilitzem, al posar el seu èmfasi en l'acumulació de factors, han oblidat un element fonamental del procés de creixement econòmic: el canvi tecnològic'. (Hywell Jones (1975). *Introducció a las teorías modernas del crecimiento económico*, pàg. 189.)

Tot i la diversitat d'interpretacions inicials sobre els fonaments del creixement econòmic, a grans trets, es pot considerar que tenen una característica comuna: la consideració que els avenços de la renda i la producció agregada³¹ tenen la seva causa en els increments de la quantitat de factors productius (capital i treball) utilitzats per una economia, cosa que no inclou la consideració del *progrés tecnològic* com un element primordial en l'explicació del creixement econòmic. Però, abans d'entrar en la interpretació que fan les noves teories del creixement del *canvi tecnològic*, és important entretenir-nos, ni que sigui breument, en la semàntica dels conceptes relacionats amb la incorporació de la tecnologia a les activitats econòmiques. Bàsicament ens n'interessen dos. *Tècnica i Tecnologia*.

Comencem pel segon, etimològicament *tecnologia* és una paraula composta d'arrel grega (τεχνολογια), que deriva d' "*art*" i de "*tractat*" i que podem entendre com a tractat sobre les arts. La Reial Acadèmia de la Llengua Espanyola li dona quatre accepcions. Primera, "*conjunt de coneixements propis d'un ofici mecànic o art industrial*". Segona, "*tractat dels termes tècnics*". Tercera, "*llenguatge propi d'una ciència o d'un art*". I, quarta, "*conjunt d'instruments i procediments industrials d'un determinat sector o producte*". De fet, aquests quatre significats determinen una concepció del terme molt àmplia, que tendeixen a identificar tecnologia i tècnica³². La paraula *tècnica*, procedeix del llatí (*technicus*), que al seu torn, procedeix del grec

30. Vegeu, Schultz (1961).

31. A la *Història de l'Anàlisi Econòmica*, Schumpeter fa una concisa descripció del concepte, propietats i aportacions que han construït el marc teòric de la funció de producció. A l'edició en castellà de l'editorial Ariel, va de les pàgines 1115 a la 1144.

32. De fet, en el llenguatge corrent aquests dos termes s'usen indistintament. Parlem de "tècnica moderna" o de "tecnologia moderna", per expressar la mateixa cosa.

(τέχνη), o sigui, “art”. La Reial Acadèmia li dona tres accepcions. Primera, “el conjunt de procediments i recursos per les quals serveix una ciència o un art”. Segona, “l’habilitat per utilitzar aquests procediments o recursos”. Tercera, “l’habilitat per executar qualsevol cosa o aconseguir quelcom”. Comparant aquestes accepcions ja s’albira una primera diferència entre ambdós termes. La *tecnologia* és una branca del saber constituïda pel conjunt de coneixements propis necessaris per a la utilització, millora i creació de tècniques, mentre que una *tècnica* és assimilable a un procés de producció i està formada per el conjunt d’operacions que s’han de fer per a la fabricació d’un determinat bé o servei. Dit d’una altra manera, tecnologia “són el conjunt de coneixements relatius als procediments tècnics³³”. Per tant, una vegada distingits els dos termes, podem concloure que el concepte tecnologia incorpora tres elements essencials: un conjunt de coneixements o *saber*, una aplicabilitat d’aquest coneixement a les activitats humanes o *saber fer* i una finalitat utilitària, que condueix a obtenir resultats, *saber fer coses útils*. Per tant, “aquest coneixement i la seva aplicabilitat a l’activitat econòmica” defineix la tecnologia³⁴, que una vegada aplicada als procediments productius en concret, determinen el *canvi tècnic*³⁵. De fet, la definició donada de tecnologia coincideix amb les aportacions de Schmookler (1966) i Mansfield (1968), pels quals la *tecnologia* és el “fons social de coneixement de les arts industrials – enteses com a activitat econòmica -” i la *taxa de progrés tecnològic* com “la taxa a la qual augmenta aquest estoc de coneixements”.

Ara ja estem en disposició d’endinsar-nos en la interpretació econòmica del progrés tecnològic. La manifestació del canvi tecnològic en progrés tècnic es fa evident de diverses maneres, que es poden agrupar en tres grans grups:

- Que es puguin produir més béns (outputs) utilitzant les mateixes quantitats de factors (inputs). O que es pugui obtenir la mateixa quantitat d’un bé amb menors quantitats d’un o més factors,
- Que els productes existents millorin la seva qualitat,

33. Per una descripció acurada de les accepcions i aportacions als termes *tècnica i tecnologia*, vegeu el capítol dedicat a la tecnologia de Benavides (1998).

34. És important remarcar que, des del punt de vista econòmic, la tecnologia ens interessa en tant i en quant “*integra uns coneixements que s’incorporen a l’activitat econòmica, bé sigui en forma de canvi tècnic, bé sigui en forma de formació de la força de treball o a través d’altres manifestacions*”. Tot el coneixement tecnològic que no s’incorpora a l’activitat econòmica no és el nostre objecte d’estudi. Tot i això, la nostra definició de tecnologia és molt àmplia, ja que “*comprèn tota classe de coneixements, que no només afecten a tots els camps de l’oferta econòmica (producció, distribució, finançament, organització, etc) sinó també a la demanda (consum, inversió, relacions exteriors, etc). A més, també inclou el coneixement que incorporen a l’activitat econòmica els agents econòmics*”.

35. Per tant, ens referirem al *progrés tècnic*, des d’un punt de vista *microeconòmic*, això és, des del punt de vista d’una activitat econòmica en concret, mentre que ens referirem al *progrés tecnològic*, des d’un punt de vista *macroeconòmic*, això és, des del punt de vista del conjunt de les activitats econòmiques. Un aclariment al respecte, com que l’anàlisi de la producció amb presència de progrés tecnològic, suposa –Sraffa i d’altres ens han ensenyat que és molt suposar, però, de moment, és el nostre punt de partida- una *funció de producció agregada*, que no és res més que la “*suma de totes les funcions de producció individuals*”, els conceptes de progrés tècnic i progrés tecnològic són pràcticament indistingibles en aquest context. De fet, l’anàlisi micro i macroeconòmic del canvi tècnic-tecnològic en la teoria econòmica de la producció, tot sovint, utilitza el mateix aparell matemàtic i gràfic, per bé que a les *teories modernes del creixement*, al incorporar altres equacions de caràcter macroeconòmic, ja parlem de *progrés tecnològic*.

- Que es produeixin béns completament nous.

Quan un *invent* porta a “una nova tècnica per produir un determinat bé que ja existeix”, defineix la *invenció de procés*, mentre que un invent que “canvia la forma –entesa en el seu sentit ampli, no només d’aparença– dels béns ja existents o en genera de completament nous”, defineix la *invenció de producte*. Una vegada un invent “s’aplica al conjunt de les activitats econòmiques” es defineix la *innovació*, que pot ésser també de procés o de producte. En el camp macroeconòmic i en l’anàlisi del paper que juga el progrés tecnològic en l’explicació del creixement econòmic han sorgit durant els darrers anys quatre preguntes fonamentals:

- Quin grau d’importància té el progrés tècnic i tecnològic en l’explicació del creixement econòmic?

La resposta a aquesta pregunta incorpora una vessant teòrica i una vessant empírica. Des del punt de vista teòric, el progrés tecnològic ha jugat un paper marginal en la teoria econòmica fins a èpoques molt recents. Com hem vist, en l’anàlisi clàssica només Marx (1867-1883), que va situar la innovació com a característica fonamental en l’estudi de les *lleis de l’evolució del capitalisme i en la caiguda de la taxa de benefici*, i Schumpeter (1934; 1942), que a través del seu estudi de les *onades d’innovacions*, també va situar a l’anàlisi econòmica del progrés tècnic en el centre del desenvolupament capitalista, van realitzar aportacions, que, tanmateix, van quedar al marge de les principals corrents de la teoria econòmica convencional.

Va ser a partir de la dècada dels cinquanta quan els economistes van reprendre la idea de la importància del progrés tecnològic en l’explicació del creixement econòmic. De fet, de no tenir en compte la seva importància, un nombre creixent d’autors l’han considerat com un element que *impregna l’activitat econòmica*.

Schmookler ho identifica com el *creixent domini de l’home sobre la natura* i Mansfield, comença el seu famós manual de la següent manera:

‘Sens dubte, el canvi tecnològic és un dels determinats més importants de la configuració i l’evolució de l’economia. El canvi tecnològic ha millorat les condicions de treball, ha permès la reducció de les hores de treball, ha proporcionat un increment de la producció de béns nous i vells i ha aportat moltes dimensions noves a la nostra manera de viure.’ (Edwin Mansfield i Elisabeth Mansfield (1968). *The Economics of Technological Change*, pàg 3.)

En resum, l’estudi de la importància del progrés tecnològic en l’explicació del creixement econòmic ens interessa, des de dues vessants. En primer lloc, per a la determinació de models teòrics que incorporin la importància dels processos d’innovació i, en segon lloc, l’estudi de l’adaptació d’aquests models a la investigació empírica per analitzar l’efecte de la innovació tecnològica en el món real.

- Quina és la causa del progrés tecnològic?. És exogen o endogen al sistema econòmic?

Si al progrés tecnològic se li assigna un paper fonamental en l’explicació del creixement

econòmic, la investigació de les seves causes esdevé primordial. Tot i això, una gran part de models de creixement han suposat que el progrés tecnològic evoluciona a una taxa exògena al sistema. Com assenyala Nordhaus (1969):

‘Tot i que en moltes teories modernes del creixement i dels preus es considera que el progrés tecnològic és exogen, això s’ha d’interpretar com una qüestió de conveniència analítica més que no pas com una afirmació seriosa relativa al sistema econòmic’. (William D. Nordhaus (1969). *Invention, Growth and Welfare: A Theoretical Treatment of Technological Change*, pàg 9.)

La qüestió de l'exogeneïtat o endogeneïtat del canvi tecnològic ha estat una de les més discutides per la macroeconomia del creixement³⁶ durant les darreres dues dècades. Tot i això, i com veurem més endavant, sembla que els economistes han arribat a un consens relatiu, basat en la incorporació als models neoclàssics de creixement econòmic de les principals aportacions de la teoria del creixement econòmic endogen.

- Com es transforma el canvi tecnològic en progrés tècnic real, dins de l'àmbit macroeconòmic?

Una altra de les incògnites més importants relatives al progrés tècnic és el mecanisme concret de transmissió mitjançant el qual l'estoc creixent de tecnologia es tradueix en les diferents tipologies, expressades més amunt, de progrés tècnic. Als models més simples de creixement es considera com quelcom donat, mentre que als models més avançats es considera que el mecanisme mitjançant el qual s'incorpora el progrés tècnic es a través del nou estoc de capital.

- Si podem classificar al progrés tècnic com un estalviador de treball, neutral o estalviador de capital, existeix a l'economia una predisposició sistemàtica a l'existència d'una forma determinada de progrés tècnic? I si és així, perquè?

Els intents de classificació del progrés tècnic han estat motivats per l'interès dels seus efectes en la distribució de la renda entre el capital i el treball. De fet, tot i les classificacions proposades, el renovat interès per aquesta temàtica prové del fet que moltes formes de progrés tècnic són inconsistentes amb els conceptes de creixement continuat utilitzats a molts models de creixement econòmic. S'ha arribat a la conclusió, a través d'aquesta línia d'investigació, que el progrés tècnic a llarg termini pren una forma en concret. En aquest capítol ens ocuparem de les quatre qüestions, si bé, el nostre objecte d'estudi es centra en les tres primeres.

36. És fa difícil trobar compendis complets de les teories modernes sobre el creixement econòmic. A un nivell introductorí destaca el llibre de Charles I. Jones (1998), si bé tots els manuals moderns de macroeconomia utilitzats a les facultats d'Economia –a tall d'exemple, entre altres, el de Blanchard (1997), el de Sachs-Larraín (1994) i el de Mankiw (1996)- han anat incorporant nocions de creixement econòmic. Pel que fa a llibres estrictament sobre creixement econòmic, m'agradaria destacar el de Hywell Jones (1975), el de Rosegger (1996), i el de Scherer (1999) i el de Sala-i-Martin (1999) a un nivell intermedi i els de Solow (2000; 2001), Barro i Sala-i-Martin (1999), Valdés (1999) i Aghion i Howitt (1998), que incorporen un aparell formal elevat.

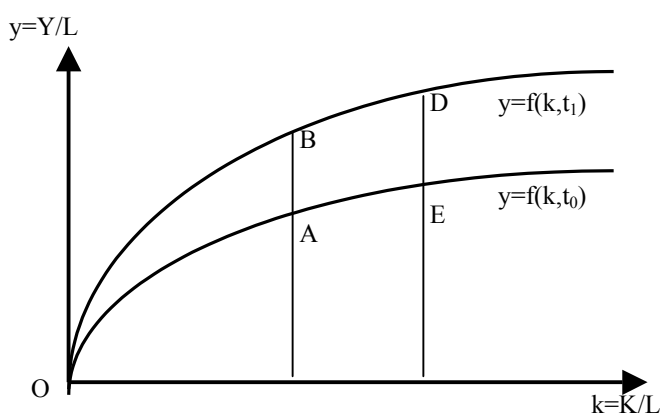
2.2.1. La representació del progrés tècnic

Abans d'entrar en la interpretació de les teories modernes del creixement econòmic, es fa necessària la descripció de dos elements importants. En primer lloc, la representació econòmica del progrés tècnic i en segon lloc, la seva classificació. Aquests dos punts són analitzats en aquesta secció i la següent. Per a una primera aproximació a la representació del progrés tècnic en els models de creixement el primer punt de partida són els models d'un únic bé, on l'únic efecte possible del progrés tècnic, donades les quantitats de treball i capital, es permetre que es produeixi més d'aquest bé. Com assenyala Salter (1960):

'La característica comú de tots els avanços –es refereix als tecnològics– es que condueixen a una nova funció de producció, que és superior a les seves predecessores en el sentit que requereix menys d'un o més factors productius per a produir una quantitat determinada de producte'. (Wilfred E. Salter (1960). *Productivity and Technical Change*, pàg 21.)

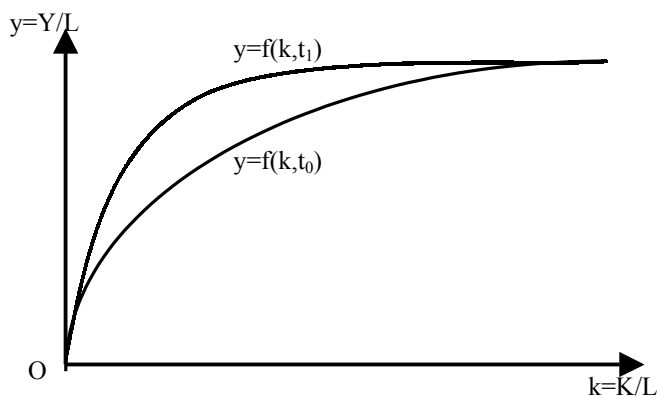
En termes d'una funció de producció per treballador – vegeu l'annex 2.1: la tecnologia de l'economia –, la incorporació del progrés tècnic significa un desplaçament cap amunt de la funció de producció. A la figura 2.1, la funció de producció inicial es representa per la corba $f(k, t_0)$. Amb la incorporació del progrés tècnic, la corba es desplaça cap a una nova posició, $f(k, t_1)$, de manera que per cada relació de capital-treball –excepte quan són zero– es produeix més output per treballador que en la situació inicial. Gràficament:

Figura 2.1. El canvi tècnic i la funció de producció



Tot i que aquesta és la representació més emprada per al canvi tècnic i la seva repercussió en la funció de producció alguns autors, com Atkinson i Stiglitz (1969), assenyalen que no hi ha raons per suposar que *tota* la corba es desplaci cap amunt com a conseqüència dels efectes del progrés tècnic. El seu argument principal és que la funció de producció per treballador neoclàssica representa un número elevat de diferents processos productius, la representació dels quals s'aproxima a una corba continua. D'aquesta manera, el canvi tècnic en alguns dels diferents processos de producció no té perquè afectar necessàriament als altres processos i, per tant, l'efecte del progrés tecnològic seria un *desplaçament parcial* –com el representat a la figura 2.2- i no total de la funció de producció per treballador.

Figura 2.2. Una interpretació alternativa de l'efecte del canvi tècnic sobre la funció de producció



L'anàlisi dels efectes del canvi tecnològic en els models de creixement econòmic implica la reformulació de la funció de producció agregada, que pren una forma del tipus:

$$Y=F(K,L,t) \quad (i)$$

L'equació (i) difereix de la funció de producció agregada –analitzada a l'annex 2.1- perquè inclou la variable temps, t . Aquesta variable indica que la *producció obtinguda per una combinació fixa de capital i treball creix a mesura que passa el temps*, de manera que és una representació senzilla del progrés tècnic, entès en termes temporals.

Per tant, la funció de producció per treballador prendrà la forma:

$$y=f(k,t) \quad (ii)$$

On:

$$y=\frac{Y}{L} \quad i \quad k=\frac{K}{L}$$

Tot i que les equacions (i) i (ii) constitueixen les formes funcionals més generals de la funció de producció agregada en presència de progrés tecnològic, la literatura econòmica sovint ha emprat una formulació diferent. Aquesta formulació es basa en el fet que el progrés tècnic *augmenta l'eficiència dels factors*. Així, l'efecte del canvi tècnic sobre la funció de producció és el desplaçament d'aquesta corba, de manera que es produeix més, fins i tot quan l'estoc de capital i la força de treball romanen constants. De fet, el *progrés tècnic fa com si els factors de producció haguessin augmentat*. En aquesta formulació, la forma funcional de la funció de producció agregada és la representada a l'equació (iii):

$$Y= F[A(t)K, B(t)L] \quad (iii)$$

A l'equació (iii) la producció, Y , ja no és una funció simple de les quantitats de treball i capital. L'estoc de capital K , i la força de treball L , es multipliquen pels factors A i B , que són funció del temps. Normalment, les expressions $A(t)K$ i $B(t)L$ fan referència al *capital eficaç* i al *treball eficaç*, respectivament. La idea és senzilla: si $A'(t)$, és a dir la taxa de variació de A , és positiva, aleshores l'estoc de capital eficaç augmenta a través del temps, tot i que l'estoc de capital disponible romangui constant. De la mateixa manera, si $B'(t)$ és positiu, la força de treball eficaç augmenta, tot i que la força de treball disponible no ho faci. Concretament, aquesta *forma de progrés tècnic que augmenta l'eficiència dels factors productius* suposa que, per exemple, deu persones facin la feina que abans la feien dotze, o que cinc màquines produeixin el mateix output que sis en la situació anterior. De fet, i avançant en aquesta relació, si $A'(t)$ és positiu i $B(t)=1$ es diu que el canvi tècnic *únicament augmenta l'eficiència del capital*. En canvi, si $A(t)=1$ i $B'(t)$ és positiu, aleshores el canvi tècnic augmentarà l'eficiència del treball. Finalment, si $A'(t)=B'(t)>0$ aleshores el canvi tècnic augmenta a la vegada l'eficiència del treball i del capital. En aquest punt és important assenyalar que l'anàlisi econòmica del canvi tècnic que augmenta l'eficiència dels factors productius no té cap implicació sobre la causalitat o l'origen d'aquesta millora tècnica. Per exemple, si el progrés tècnic es considera exclusivament com un element que augmenta l'eficiència del treball, no podem deduir que hi hagi hagut un canvi intrínsec en la qualitat de la força de treball. En paraules de Solow "De fet, una millora en el disseny d'una màquina d'escriure pot fer que una secretària rendeixi el mateix que 1,04 secretàries al cap d'un any".

Molts models senzills de creixement incorporen el progrés tècnic suposant que es produeix a una *taxa proporcional constant i exògena*, m . Per tant, el progrés tècnic que augmenta l'eficiència dels factors productius es pot representar de la següent manera:

$$Y = F[A(t)K, L] \quad (iv)$$

Que juntament amb:

$$\frac{A'(t)}{A(t)} = m$$

Implica que el progrés tècnic *únicament augmenta l'eficiència del capital a una taxa proporcional constant m* , mentre que si:

$$Y = F[K, B(t)L] \quad (v)$$

Que juntament amb:

$$\frac{B'(t)}{B(t)} = m$$

Implica que el *progrés tècnic únicament augmenta l'eficiència del treball a una taxa proporcional constant m* ,

De fet, podem concloure que si:

$$Y = F[A(t)K, B(t)L]$$

I,

$$\frac{A'(t)}{A(t)} = \frac{B'(t)}{B(t)} = m$$

I, tenint en compte els rendiments constants a escala, aleshores:

$$Y = A(t)F[K, L] \tag{vi}$$

Implica que el *progrés tècnic augmenta tant l'eficiència del capital com la del treball a una taxa proporcional constant m*.

Òbviament, el fet de suposar que el progrés tècnic avança a una taxa proporcional constant ha estat sotmès a fortes crítiques. Com assenyala Schmookler (1966):

'Poques idees amb tant atractiu des d'un punt de vista intuïtiu, han tingut tan poc fonament lògic o empíric.' (J. Schmookler (1966). *Invention and Economic Growth*, pàg. 59)

A més, a banda del seu creixement constant un altre element d'importància que ha estat fortament criticat ha estat l'exogeneïtat del progrés tècnic. Com assenyalen Kennedy i Thirwall (1972):

'El progrés tècnic no es produeix per accident, sinó a través de l'assignació deliberada de recursos cap a activitats que generen resultats en la persecució de l'èxit, beneficis o ambdues coses a la vegada.' (C. Kennedy i A.P. Thirwall. (1972). "Technical progress: A survey". *Economic Journal*. pàg. 11-72)

Tot i això, i a tall de resum cal destacar que la representació senzilla del progrés tècnic proporciona un punt de partida per a l'anàlisi dels models de creixement econòmic que resulta útil, per bé que no pot oblidar-se que és inadequat com a instrument de reflexió de la vida real.

2.2.2. La classificació del progrés tècnic

La importància de la classificació del progrés tècnic a l'anàlisi econòmica radica en l'estudi dels seus efectes sobre la distribució de la renda. Efectivament, l'anàlisi sobre el comportament del canvi tècnic en relació a si aquest és estalviador de treball o neutral o estalviador de capital neix amb la preocupació de com el progrés tecnològic afecta l'equilibri distributiu de l'economia; és a dir, a les participacions relatives del capital i el treball.

Les principals aportacions al respecte són de Hicks (1963) i de Harrod (1948), autors que van determinar dues classificacions del progrés tècnic, que tot seguit es detallen.

a) La classificació del progrés tècnic de Hicks

‘Podem classificar els invents tenint en compte si els seus efectes inicials augmenten, disminueixen o deixen constant la relació entre el producte marginal del capital i del treball. Anomenarem a aquests invents - estalviadors de treball -, - estalviadors de capital- o - neutrals -, respectivament.’ (John Richard Hicks (1963). *Teoría de los salarios*, pàg. 121)

La cita anterior ens dóna una clara idea de la interpretació de Hicks sobre els efectes del canvi tècnic en la distribució de la renda. És a dir, si $F_k(0)$ i $F_L(0)$ són els *productes marginals del capital i el treball* abans de la introducció del progrés tecnològic (PT) i $F_k(t)$ i $F_L(t)$ són els productes marginals del capital i el treball una vegada incorporat el canvi tècnic, aleshores:

$$\text{Si } \frac{F_k(t)}{F_L(t)} > \frac{F_k(0)}{F_L(0)} \Rightarrow \text{el PT estalvia treball}$$

$$\text{Si } \frac{F_k(t)}{F_L(t)} = \frac{F_k(0)}{F_L(0)} \Rightarrow \text{el PT és neutral}$$

$$\text{Si } \frac{F_k(t)}{F_L(t)} < \frac{F_k(0)}{F_L(0)} \Rightarrow \text{el PT estalvia capital}$$

La interpretació econòmica d'aquestes relacions és senzilla. Si el canvi tècnic *millora el quocient de productes marginals entre el capital i treball diem que és estalviador de treball*. A tall d'exemple, si la introducció del canvi tècnic suposa un *quocient del producte marginal del capital en relació al del treball superior al d'abans de la introducció del canvi tècnic, aquest estalvia treball*. En canvi, quan es dóna la situació inversa, el *quocient entre el producte marginal del capital en relació amb el del treball és més petit abans que després del canvi tècnic, aquest estalvia capital*. Si es mantenen els dos quocients iguals, aleshores el progrés tècnic és neutral.

Aquesta interpretació deriva del fet que sota condicions competitives el producte marginal del capital és igual al preu del servei del capital, o sigui, r , i el producte marginal del treball és igual al salari, o sigui, w , (per una explicació més detallada d'aquestes relacions vegeu l'annex 2.2: *la distribució de la renda i la productivitat marginal*). Així, doncs una *situació de canvi tècnic estalviadora de treball incrementa la relació r/w* (i, òbviament, redueix la relació salari-preu dels serveis del capital; o sigui, redueix w/r), mentre que una *situació de canvi tècnic estalviadora de capital disminueix r/w* (i, òbviament, incrementa la relació w/r)³⁷. Arribats a aquest punt es planteja un problema important. Considerem de nou la figura 2.1, on es representen els efectes del canvi tècnic en la funció de producció. En aquesta figura, la relació entre el producte marginal del capital i el del treball es diferent en cadascuna de les dues corbes representades. En conseqüència, i una vegada la funció de producció per treballador s'ha desplaçat cap amunt, resultat del canvi tècnic, si volem que la classificació de Hicks sigui d'alguna utilitat, serà necessari determinar quin punt de la nova corba s'ha de comparar amb el punt de la corba anterior. Per exemple, si comparem la

37. Una situació de canvi tècnic que estalviï treball suposa que el salari disminueix en relació amb el preu dels serveis del capital, que és precisament el fenomen esperable, ja que s'espera que en la nova situació de canvi tècnic el treball serà menys escàs en relació amb el capital.

relació entre els productes marginals al punt D sobre $f(k, t_1)$ amb la mateixa relació en el punt A de $f(k, t_0)$, és clar que estarem fent una classificació diferent del canvi tècnic de la que obtindríem si comparéssim la relació entre els productes marginals en el punt B en relació amb el punt A. Per tant, cal remarcar que la classificació de Hicks es basa en la comparació de punts en els quals la relació *capital-treball és constant*, es a dir, els punts A i B (o D i E) de la figura 2.1.

Per tant, es necessari replantejar les definicions de canvi tècnic neutral o estalviador de treball o estalviador de capital en el sentit de Hicks. El replantejament proposat és el següent. Un desplaçament cap amunt de la funció de producció per treballador, com a conseqüència del progrés tècnic, és *estalviador de treball si incrementa la relació entre el producte marginal del capital i el producte marginal del treball per un valor constant de la relació capital-treball*. De la mateixa manera, *el progrés tècnic serà estalviador de capital si redueix la relació entre el producte marginal del capital i el producte marginal del treball per un valor constant de la relació capital-treball*. D'altra part, un desplaçament cap amunt de la funció de producció per treball, resultat del progrés tècnic, serà *neutral en el sentit de Hicks, si la relació entre el producte marginal del capital i el producte marginal del treball es manté constant, per un valor constant de la relació capital-treball*.

Aquesta reinterpretació de la classificació hicksiana del progrés tècnic pot deduir-se fàcilment a través de l'anàlisi dels efectes del progrés tècnic en les participacions relatives del capital i el treball en la renda nacional. Com es desprèn de l'anàlisi del progrés tècnic sobre la distribució de la renda (vegeu annex 2.2.) queda clar que sota condicions competitives el producte marginal del capital és igual al preu del servei del capital i el producte marginal del treball és igual al salari. A més, amb condicions de buidat de mercat, la dotació de factors (capital i treball) d'una economia pel producte marginal d'aquestes s'igualava a l'output total d'aquesta economia.

D'aquesta manera, podem deduir que en el cas que la relació capital-treball (K/L) es mantingui constant, el progrés tècnic, al fer variar r/w , afectarà sistemàticament les participacions relatives del capital i el treball sobre la renda nacional (que es representen per $\Pi=rK/wL$). Per tant, podem expressar la classificació hicksiana dels tipus de canvi tècnic de manera alternativa; és a dir, en funció dels efectes del progrés tècnic sobre les participacions relatives del capital i el treball en la renda nacional:

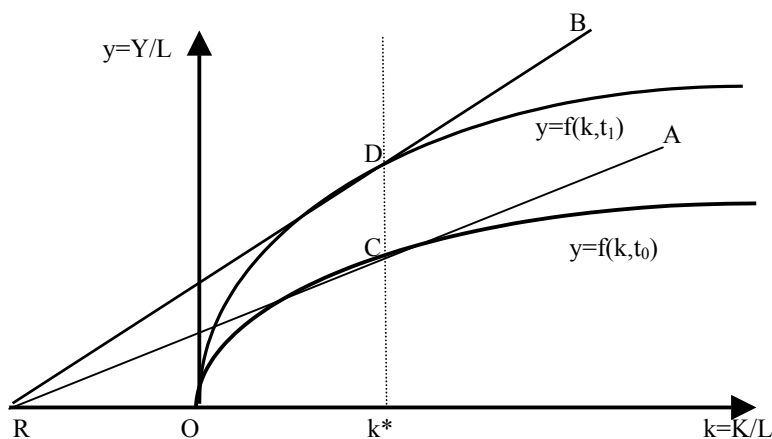
- Es diu que el progrés tècnic és *estalviador de treball en el sentit de Hicks* si, per un valor constant de la relació capital-treball, *la relació entre les participacions relatives, $\Pi=rK/wL$, és creixent*; es a dir, la taxa de variació de les participacions relatives Π' és positiva ($\Pi'>0$).
- Es diu que el progrés tècnic és *estalviador de capital en el sentit de Hicks* si, per un valor constant de la relació capital-treball, *la relació entre les participacions relatives, $\Pi=rK/wL$, és decreixent*; es a dir, la taxa de variació de les participacions relatives Π' és negativa ($\Pi'<0$).
- Es diu que el progrés tècnic és *neutral en el sentit de Hicks* si, per un valor constant

de la relació capital-treball, la relació entre les participacions relatives, $\Pi=rK/wL$, és manté constant; es a dir, la taxa de variació de les participacions relatives Π' és zero ($\Pi'=0$).

Per il·lustrar el progrés tècnic neutral en el sentit de Hicks es freqüent utilitzar la figura 2.3. En aquesta figura $f(k,t_0)$ representa la funció convencional de producció per treballador. Suposem ara que l'economia té una relació capital-treball donada (k^*). Segons aquesta relació, el producte marginal del capital es mesura per la pendent de la tangent RA (vegeu l'annex 2.2.) i la relació salari preu dels serveis del capital, $z=w/r$, per la distància OR. Si el progrés tècnic provoca un desplaçament cap amunt de la funció de producció per treballador fins a $f(k,t_1)$, perquè existeixi neutralitat en el sentit hicksià cal que, per una relació donada capital-treball igual a k^* , la relació entre el preu dels serveis del capital i del salari (r/w) (o la relació entre el producte marginal del capital i del treball), romangui constant.

Dit d'una altra manera, la neutralitat en el sentit hicksià del progrés tècnic fa que en un desplaçament de la funció de producció per treballador des de $f(k,t_0)$ fins a $f(k,t_1)$ la tangent d'aquesta nova funció de producció parteixi del punt R, de manera que la distància OR ($=w/r$) sigui la mateixa després del desplaçament de la funció de producció. Aquestes condicions es satisfan a la figura 2.3. i, per tant, el desplaçament des de C fins a D en la funció de producció indica un progrés tècnic neutral en el sentit de Hicks.

Figura 2.3. La neutralitat del progrés tècnic en el sentit de Hicks



b) La classificació del progrés tècnic de Harrod

‘Un avenç serà neutral quan no afecta al valor del coeficient del capital, per un tipus d’interès constant. (...) Un flux d’invents serà neutral, quan no afecti la distribució del producte total entre el treball (en la seva acceptació més àmplia) i el capital, sempre que el tipus d’interès es mantingui constant.’ (Roy F. Harrod (1948). *Hacia una economía dinámica*, pàg. 23.)

Una altra classificació del progrés tècnic és la donada per Roy F. Harrod a finals dels anys quaranta, que coincideix, igual que la classificació de Hicks, en la participació del capital i

el treball en la renda nacional, si bé fa uns aclariments a priori sobre el tipus d'interès. Si definim el *coeficient del capital* com *la relació entre el valor del capital en us i la renda d'una economia, per a cada unitat de temps*; és a dir, la relació *capital-producte*, v , i a més, es donen les condicions competitives i no hi ha risc, *el tipus d'interès és igual al producte marginal del capital*. Tenint en compte aquesta definició del tipus d'interès la neutralitat del progrés tècnic en el sentit de Harrod es pot definir de la següent manera:

Un desplaçament cap amunt de la funció de producció per treballador com a resultat del progrés tècnic, *serà neutral en el sentit de Harrod, si per a qualsevol valor constant de la relació capital-producte, el producte marginal del capital es manté constant*³⁸. A diferència de la classificació hicksiana ara ens preguntem pel punts on les relacions capital-producte són constants, enlloc de preguntar-nos pels punts on les relacions capital-treball són constants. Igual que en el cas de Hicks, podem analitzar la classificació del progrés tècnic a partir dels seus efectes sobre les participacions relatives del capital i el treball en la renda nacional. D'aquesta manera,

- El progrés tècnic és *estalviador de treball/estalviador de capital en el sentit de Harrod* si, per a qualsevol valor constant de la relació capital-producte, *augmenta/disminueix la relació entre les participacions relatives, $\Pi=rK/wL$* . És a dir, si K/Y és constant i $\Pi'>0$, el progrés tècnic és *estalviador de treball* en el sentit de Harrod. Si K/Y és constant i $\Pi'<0$, el progrés tècnic és *estalviador de capital* en el sentit de Harrod.
- Es diu que el *progrés tècnic és neutral* en el sentit de Harrod si, per un valor constant de la relació capital-producte, *la relació entre les participacions relatives, $\Pi=rK/wL$ és manté constant*. És a dir, quan K/Y és constant i $\Pi'=0$, el progrés tècnic és *neutral* en el sentit de Harrod.

Un desplaçament neutral en el sentit de Harrod de la funció de producció per treballador pot representar-se fàcilment. La figura 2.4 mostra com la corba $f(k,t_0)$ representa la funció de producció per treballador abans de la introducció del canvi tècnic. Si l'economia està funcionant inicialment amb una relació capital-treball, k^* , es pot demostrar³⁹ que la relació capital-producte és igual a la inversa de la pendent de la recta OBDZ i que el producte marginal del capital és igual a la pendent de la tangent MM en el punt B de $f(k,t_0)$.

Suposem ara que el progrés tècnic desplaça la funció de producció per treballador a la nova posició $f(k,t_1)$. Si el desplaçament ha de ser neutral en el sentit de Harrod s'han de complir dues condicions. La primera, el producte marginal del capital representat per la pendent de la tangent MM s'ha de mantenir constant. La segona, la relació capital producte ha de ser igual a la determinada per la pendent de la recta OBDZ.

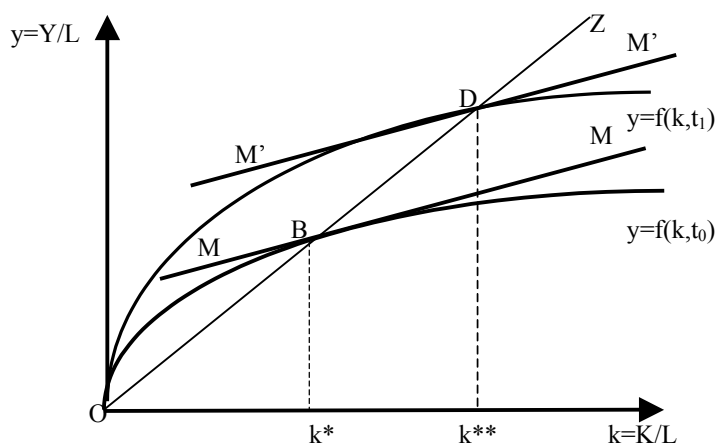
38. És important destacar el fet que en la classificació del progrés tècnic de Harrod, enlloc de determinar la neutralitat (o no) d'un invent (o d'una invenció en el cas macroeconòmic) en relació amb el que li passa al coeficient del capital, si el tipus d'interès és constant, seguim un procediment més modern perquè ens preguntem que li passa al tipus d'interès si la relació capital-producte (el coeficient del capital) és constant.

39. Vegeu l'apartat 4.5 "Los problemas de Harrod y el crecimiento económico" a [Hywell Jones (1975). *Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico*, Antoni Bosch, Barcelona].

Aquestes dues condicions es compleixen quan ens movem a la figura 2.4 del punt B (relació capital-treball k^*) al punt D (relació capital-treball k^{**}). Al punt D, la relació capital-producte ve determinada per la inversa de la pendent OBDZ i, per tant, és igual a la relació capital-producte del punt B. El producte marginal del capital al punt D és igual a la pendent de la tangent $M'M'$ i, tenint en compte que aquesta tangent és paral·lela a la tangent MM a B, vol dir que és igual al producte marginal del capital al punt B. D'aquesta manera, hem demostrat que el desplaçament des de el punt B al punt D a la figura 2.4. és una representació de progrés tècnic neutral en el sentit de Harrod.

Així, doncs, tant el mètode de classificació del progrés tècnic de Hicks com el de Harrod, poden reduir-se a l'estudi de l'efecte d'un desplaçament de la funció de producció agregada sobre les participacions relatives del capital i el treball sobre la renda nacional. Tot i això, la diferència entre ambdós mètodes radica en els punts de l'antiga i la nova funció de producció que es comparen. El mètode de Harrod es basa en la comparació de punts amb la mateixa relació capital-producte, mentre que el mètode de Hicks es basa en la comparació de punts amb idèntiques relacions capital-treball.

Figura 2.4. La neutralitat del progrés tècnic en el sentit de Harrod



2.3. El creixement econòmic exogen

2.3.1. El punt de partida dels models de creixement

El punt de partida obligat en l'estudi de la *teoria moderna*⁴⁰ del creixement econòmic el determinen dos treballs seminals de Robert Merton Solow publicats a finals dels anys cinquanta. Al primer treball⁴¹ (1956), proposa un model explícitament dinàmic de l'evolució d'una economia que va proporcionar el marc analític per al desenvolupament de la teoria neoclàssica del creixement –el mateix any T.W. Swan va presentar un model similar, per la qual cosa aquest model s'anomena de Solow-Swan- i, perquè no dir-ho, d'una bona part de

40. Al punt 2.1. ja s'han destacat les principals aportacions clàssiques del creixement econòmic amb presència de canvi tècnic.

41. Robert M. Solow (1956): "A contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70, pàgs. 65-94.

la macroeconomia moderna. Al segon treball⁴² (1957), Solow utilitza una funció de producció agregada per a avaluar els registres del creixement econòmic dels EUA entre el 1909 i el 1949, assentant les bases del que més tard s'anomenaria la *comptabilitat del creixement*. De fet, la principal conclusió d'aquest article: *l'acumulació de capital físic explica una petita part del creixement econòmic, que es basa fonamentalment en el canvi tècnic*, va marcar l'anàlisi posterior sobre la temàtica. El *residu de Solow*, és a dir, el component del creixement no explicat per l'acumulació del capital o de la força de treball, es va interpretar com l'evidència de la importància del progrés tècnic com a força motriu del creixement econòmic, de manera que els estudis posteriors van haver d'incloure aquest element als seus models.

En els següents apartats analitzarem el treball de Solow i algunes extensions del mateix que són considerades el nucli bàsic de la teoria neoclàssica del creixement econòmic, fent èmfasi en un element fonamental. Ens preguntarem sobre els motors o les fonts essencials del creixement, és a dir, analitzarem si l'augment de la renda es considera un resultat de l'acumulació de factors o del progrés tecnològic. De fet, aquests primers models neoclàssics desenvolupen dos dels temes que ja hem vist amb els grans economistes clàssics. En primer lloc, es pregunten per la importància de l'estalvi i l'acumulació de capital com a fonts del creixement econòmic i, en segon lloc, pel paper dels rendiments decreixents i la caiguda de la rendibilitat del capital com elements que en última instància frenen el creixement econòmic. La base d'aquests tipus de models és el fet que només hi ha dos factors productius i un output. Capital (K) i treball (L) es combinen per a produir un output homogeni (Y) que pot ser consumit directament o utilitzat com a capital en el procés de producció. Vegem, abans que res, els supòsits tecnològics que hi ha al darrere d'aquests models neoclàssics de creixement. Es suposa que la tecnologia productiva es pot resumir mitjançant una funció de producció agregada que té una forma que ja coneixem:

$$Y=F(K,L) \quad (i)$$

On Y és el producte nacional. Per a simplificar l'exposició suposarem que aquesta funció de producció agregada és del tipus Cobb-Douglas⁴³:

$$Y= A K^\alpha L^\beta \quad (ii)$$

On A és un índex de desenvolupament tecnològic (o de productivitat total) dels factors i els coeficients α i β mesuren l'elasticitat del producte nacional (Y) en relació amb els estocs dels dos factors productius (K i L). Per exemple, si l'estoc de capital augmenta en un 1%, mantenint la força laboral fixa, el producte nacional augmenta en un $\alpha\%$. Un altre requeriment important d'aquesta funció de producció és la presència de *rendiments a escala*. Direm que una funció de producció F() presenta *rendiments creixents a escala* (a K i a L) si quan augmentem els estocs d'ambdós factors productius en la mateixa proporció ($\lambda > 1$) el

42. Robert M. Solow (1957): "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, 39, pàgs. 312-320.

43. En un treball de la dècada dels anys vint C.W. Cobb i P.H. Douglas [(1928): "A Theory of Production", *American Economic Review*, Supplement, pàgs. 139-165] van plantejar aquesta funció de producció agregada, tot i que en treballs d'economistes anteriors com P. Wicksell i P.H. Wicksteed ja es plantejava una relació entre input i output similar.

producte augmenta en una proporció major que λ . Es a dir, $F(\lambda K, \lambda L) > \lambda F(K, L)$. De la mateixa manera, direm que $F()$ presenta *rendiments constants a escala* –vegeu l'annex 2.1– si $F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L)$ i *rendiments decreixents a escala* si $F(\lambda K, \lambda L) < \lambda F(K, L)$.

A la funció del tipus Cobb-Douglas que estem analitzant, tenim:

$$F(\lambda K, \lambda L) = A (\lambda K)^\alpha (\lambda L)^\beta = \lambda^{\alpha+\beta} A K^\alpha L^\beta = \lambda^{\alpha+\beta} F(K, L)$$

Per tant, $F()$ representa rendiments creixents a escala si i només si $\alpha+\beta > 1$, rendiments decreixents a escala si i només si $\alpha+\beta < 1$ i rendiments constants a escala si i només si $\alpha+\beta = 1$. Al nostre model bàsic la tecnologia presenta rendiments constants a escala, supòsit que més endavant relaxarem. Aquesta hipòtesi es justifica habitualment per un argument de reproducció, és a dir, si tinguéssim exactament el doble de recursos podríem duplicar tots els processos productius i així doblar la producció. Amb aquest argument podem excloure als rendiments decreixents. Pel que fa als rendiments creixents, l'argumentació en contra l'existència d'aquest plantejament tecnològic és fa difícil, tot i que en pro a la simplicitat d'una primera aproximació als models de creixement neoclàssics suposarem, per relaxar-les més endavant, dues hipòtesis. Les dues hipòtesis són: *la tecnologia del nostre model presenta rendiments constants a escala i hi ha absència de progrés tècnic*.

Amb la inclusió d'aquests dos supòsits podem rescriure la funció de producció agregada com:

$$Y = A K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (iii)$$

On A és constant en el temps. No cal dir que el supòsit d'estacionarietat del progrés tecnològic és una simplificació molt evident, però que té una clara utilitat: estudiar els efectes de l'acumulació de capital per si mateixa, aïllant les implicacions del supòsit de rendiments constants. Dit d'una altra manera, sota la hipòtesi que A és constant amb el temps, l'única font possible de creixement del producte (Y) és un augment de la dotació de factors, ja que el supòsit de rendiments constants permet el que s'anomena *creixement extensiu*: si capital i treball augmenten al mateix ritme, el producte també creixerà proporcionalment.

Tot i això, les hipòtesis tecnològiques que hem anat desenvolupant limiten d'una manera notable les possibilitats de creixement del producte per treballador. En efecte, ens trobem davant del problema que sota la hipòtesi de rendiments constants per a K i L , tenim rendiments decreixents en K per a L fix. Per tant, i atès que la quantitat de treball per ocupat és fixa en aquest model per definició, la funció de producció per treballador presenta rendiments decreixents. Si dividim l'equació (iii) per la força laboral, obtenim el producte per treballador, y , que és funció de A i de l'estoc de capital per ocupat $k=K/L$.

$$y = \frac{Y}{L} = A k^\alpha \quad (iv)$$

D'aquesta manera, i com que $0 < \alpha < 1$, y augmenta amb k però a una taxa decreixent. És a dir, el producte marginal del capital (o el que és el mateix, el seu preu d'equilibri competitiu) és una funció decreixent del seu estoc acumulat. En termes matemàtics, la derivada de la funció de producció per treballador en relació amb l'estoc de capital per treballador és decreixent. O sigui:

$$\frac{\delta y}{\delta k} = \alpha A k^{\alpha-1} = \frac{\alpha A}{k^{1-\alpha}}$$

Per tant, successius augments en al dotació de capital per treballador afegiran cada vegada menys al producte per càpita⁴⁴.

2.3.2. El model de Solow-Swan

'Tota teoria depèn de suposicions que no són totalment certes. Per això són teories. L'art d'elaborar teories amb èxit consisteix en fer les inevitables suposicions simplificadores de manera que els resultats finals no en siguin molt sensibles.' (Robert Merton Solow (1956). "A contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70, pàg. 65).

Ja hem avançat a l'apartat anterior dos supòsits importants i simplificadors dels models inicials de la teoria neoclàssica del creixement: l'existència d'una funció de producció amb rendiments constants a escala i l'absència de canvi tècnic. Un tercer supòsit important per l'establiment del *model de Solow-Swan* és l'existència d'una taxa d'estalvi constant en el marc d'una economia tancada.

Amb l'establiment d'aquest tercer supòsit ja estem en condicions d'iniciar el desenvolupament del nostre model del creixement, construït a partir de dues equacions bàsiques, la funció de producció i una equació d'acumulació de capital. Pel que fa a la funció de producció, ja hem avançat la seva forma funcional, bé en forma normal o bé en termes per càpita. Pel que fa a la funció d'acumulació de capital i atenent al supòsit de constància de l'estalvi en una economia tancada; és a dir, si en cada moment del temps s'inverteix una fracció, s, del producte total, l'evolució de l'estoc de capital vindrà descrita per l'equació següent:

$$\dot{K} = sY - \delta k \tag{v}$$

Segons aquesta expressió, el canvi en la dotació de capital, es a dir el canvi en les existències de capital entre un període i un altre ($K_{t+1} - K_t$)⁴⁵ és igual a la quantitat d'inversió bruta (sY) – que recordem, és constant –, menys la quantitat de depreciació assolida en el

44. És important fer notar que la funció de producció agregada –o intensiva- per treballador compleix els requeriments de concavitat especificats també per la funció de producció agregada. És a dir, la producció per treballador presenta un producte marginal del capital per càpita més gran que zero i una productivitat marginal del capital per càpita més petita que zero.

45. S'utilitza l'expressió \dot{K} , per significar la derivada del capital en relació amb el temps. És a dir, \dot{K} és l'increment de l'estoc de capital durant un període de temps de duració infinitesimal.

procés de producció (δK). Com que la funció de producció està especificada en termes per càpita, hem d'expressar també la funció d'acumulació de capital en termes per càpita. Amb aquesta intenció s'utilitza una lògica matemàtica molt emprada en els models de creixement. Es tracta de prendre els logaritmes i fer la conversió en derivades.

Si $k=K/L$ traient logaritmes sabem que $\log k = \log K - \log L$, de manera que amb la utilització de les derivades⁴⁶ s'arriba a l'expressió següent:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \quad (vi)$$

D'aquesta manera, podem rescriure l'equació (v) en termes per càpita, és a dir, en termes d'acumulació de capital per treballador. Abans, però, hem de fer un últim supòsit, que està relacionat amb la taxa de creixement de la força de treball. Aquest és un supòsit important a la teoria del creixement i ens diu que la taxa de participació de la força de treball és constant i que la taxa de creixement de la població s'expressa mitjançant n . Això implica que n també proporciona la taxa de creixement de la força de treball⁴⁷. O sigui:

$$n = \frac{\dot{L}}{L} \quad (vii)$$

Per tant, estem ja en disponibilitat de posar l'equació (v) en termes d'acumulació de capital per treballador, tot combinant-la amb les expressions (vi) i (vii). D'aquesta manera, obtenim l'expressió:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{sY - \delta K}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \quad (viii)$$

La qual cosa ens determina l'equació de l'acumulació de capital per treballador:

$$\dot{k} = sy - (n + \delta)k \quad (ix)$$

Aquesta equació ens diu que el canvi de l'acumulació del capital per treballador es determina per tres motius. Dos dels tres motius ja s'intuïen amb l'especificació de l'equació de l'acumulació de capital. És a dir, la inversió per treballador, sy , fa augmentar l'estoc de

46. En aquest punt s'utilitzen algunes de les propietats del logaritme natural que ens diuen que la derivada respecte al temps del logaritme d'una variable és la taxa de creixement d'aquesta mateixa variable. En termes matemàtics si $y(t)=\log x(t)$ aleshores $dy/dt = dy/dx \cdot dx/dt = 1/x \cdot x' = x'/x$.

47. Aquesta implicació es demostra traient logaritmes a la següent equació diferencial de primer ordre, $L(t)=L(0)e^{nt}$, que relaciona el creixement de la força de treball i l'increment de la població.

capital per càpita, mentre que la depreciació per treballador, δk , el fa disminuir. Tot i això, hi ha un element nou en aquesta equació. Es tracta de la disminució de k , deguda al creixement de la població –el terme nk -. La interpretació d'aquest element amb signe negatiu es deriva del fet que cada nou període hi ha nL nous treballadors que no hi eren al període anterior, de manera que si no hi ha nova inversió ni depreciació el capital per treballador disminuirà atès l'increment de la força de treball.

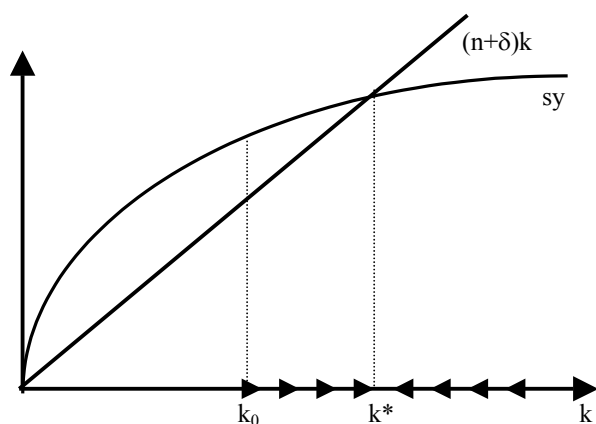
Una vegada determinades les dues equacions fonamentals del model inicial de Solow-Swan, que representen la funció de producció per treballador [$y=f(k)=k^\alpha$]⁴⁸ i l'acumulació de capital per treballador [$\dot{k}=sy-(n+d)k$] estem en disposició de fer-nos preguntes rellevants en relació amb la seva dinàmica i altres qüestions. La manera més senzilla d'analitzar aquest model és mitjançant el *diagrama de Solow*, representat a la figura 2.5. En aquesta representació hi ha la quantitat d'inversió per càpita $sy=sk^\alpha$, que té la mateixa forma i propietats que la corba $y=f(k)$, tot i que al multiplicar-la pel factor s , es desplaça cap avall. La segona corba és la línia $(n+\delta)k$, que representa la quantitat de nova inversió per persona necessària per a mantenir constant la quantitat de capital per treballador, ja que tant la depreciació com la força de treball tendeixen a reduir la quantitat de capital per persona de l'economia. No és coincidència que la diferència entre ambdós corbes sigui el canvi en la quantitat de capital per treballador. Quan aquest canvi és positiu i l'economia augmenta el seu capital per treballador es diu que s'està produint un *aprofundiment del capital*. Quan aquest canvi és zero, però l'existència real de capital K creix (degut a l'augment de la població) es diu que s'està produint una *ampliació del capital*.

Vegem-ho amb un exemple gràfic, també representat a la figura 2.5. Suposem que l'economia presenta un estoc inicial de capital per càpita k_0 . En aquest punt, la quantitat d'inversió per treballador excedeix la quantitat necessària per a mantenir constant el capital per treballador, de manera que es produeix un *aprofundiment del capital*, és a dir, k augmenta amb el temps. Aquest desplaçament del capital continuarà fins que $k=k^*$, ja que en aquest punt $sy=(n+\delta)k$ i, per tant, $\dot{k}=0$. Aquest punt, s'anomena *estat estacionari*⁴⁹, ja que la quantitat de capital per treballador es manté constant. Si, la dotació inicial de capital fos més gran que k^* (tots els punts situats a la seva dreta a la figura 2.5.), aleshores la quantitat d'inversió per treballador seria més petita que la quantitat necessària per a mantenir constant el capital per càpita. En aquestes circumstàncies, $\dot{k}<0$, i per tant, la quantitat de capital per treballador declinaria, fins a l'estat estacionari, k^* .

48. És important fer notar que aquesta expressió de la funció de producció per treballador no inclou el paràmetre del canvi tècnic, A , desenvolupat en el punt anterior –vegeu l'equació (iv)-, ja que, com s'ha indicat el model inicial de Solow-Swan no el considera.

49. És important destacar que el diagrama de Solow determina el valor en l'estat estacionari del capital per treballador (k^*). Després, aplicant aquest valor del capital per treballador a la funció de producció s'obté el valor de la producció per treballador (y^*) a l'estat estacionari. Per a una ampliació del concepte i les implicacions matemàtiques de l'estat estacionari, vegeu l'annex 2.3.

Figura 2.5. El diagrama de Solow



Per definició, la quantitat de capital per treballador a l'estat estacionari es determina per la condició que $\dot{k} = 0$. L'equació (ix), combinada amb la funció de producció per treballador, $y = k^\alpha$, ens permeten emprar aquesta condició. De fet, amb la combinació d'ambdues equacions, tenim:

$$\dot{k} = sk^\alpha - (n + \delta)k$$

Que establint la condició d'igualar a zero ens dona la quantitat de capital i de producció per treballador a l'estat estacionari:

$$k^* = \left(\frac{s}{n + \delta} \right)^{1/(1-\alpha)} \quad (x)$$

i,

$$y^* = \left(\frac{s}{n + \delta} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (xi)$$

La determinació de la quantitat d'equilibri de la producció per càpita d'aquest model inicial de creixement econòmic ens porta a una de les principals conclusions que la teoria econòmica ha generat a partir de la segona guerra mundial: *els països amb altes taxes d'estalvi/inversió tendeixen a ser més rics*, ja que acumulen més capital per treballador i, per tant, tenen més producció per treballador.

En canvi, els països que tenen *altes taxes de creixement de la població*, tendiran a ser *més pobres*. En aquestes economies una major part dels estalvis ha d'emprar-se simplement a mantenir constant la ratio de capital-treball. Aquest requeriment d'ampliació del capital fa

que sigui més difícil el seu aprofundiment, cosa que fa que aquestes economies tendeixin a acumular menys capital per treballador.⁵⁰

Com és el creixement econòmic a l'estat estacionari d'aquesta versió senzilla del *model de Solow-Swan*? Doncs bé, la resposta és que *no hi ha creixement per càpita en aquesta versió del model*. La producció per treballador, y^* , (i també per persona, ja que hem suposat constància de la taxa de participació de la força de treball) és constant a l'estat estacionari. Això, no vol dir que la producció agregada Y , no creixi, sinó que només ho està fent per la taxa de creixement de la població⁵¹.

En aquest model, una economia que comenci amb una dotació de capital per treballador inferior al seu valor en estat estacionari presentarà un creixement de k i de y a llarg de la línia de fase fins l'estat estacionari estable. Tot i això, el creixement disminueix a mesura que l'economia s'apropa al seu estat estacionari i arriba el moment que el creixement s'atura del tot. Per veure que el creixement de la producció per càpita s'afebleix amb el pas del temps, cal tenir presents dos elements. El primer es refereix a l'acumulació de capital. Partint de l'equació (ix) i traslladant a l'altre costat de la igualtat l'estoc de capital per càpita tenim:

$$\frac{\dot{k}}{k} = sk^{\alpha-1} - (n + \delta) \quad (xii)$$

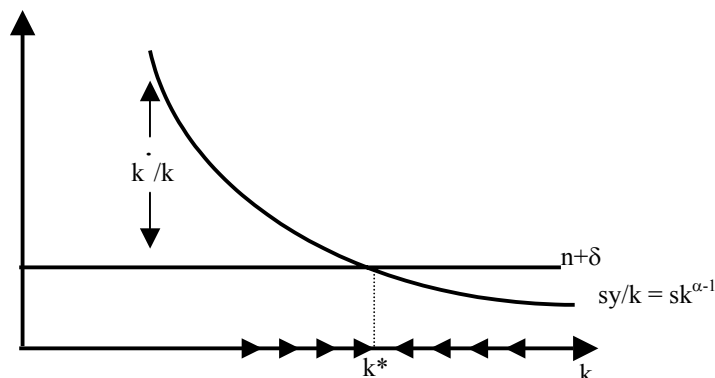
Com que $\alpha < 1$, a mesura que augmenta k , la taxa de creixement de k disminueix de forma gradual. A més, la taxa de creixement de y és proporcional a la taxa de creixement de k , de manera que la mateixa afirmació és certa per a la producció per treballador. La dinàmica de transició implícita de l'equació (xii) es mostra a la figura 2.6. El primer terme al costat dret de l'equació (xii) és $sk^{\alpha-1}$, que és el mateix que sy/k . Quan més alt sigui el nivell de capital per treballador més petit serà el producte promig del capital, y/k , atesa l'existència de rendiments decreixents del capital ($\alpha < 1$). Per tant, aquest corba té una pendent descendent.

El segon terme al costat dret de l'equació (xii) és $n+\delta$, que no depèn de k , per la qual cosa tracem una línia horitzontal. La diferència entre les dues magnituds és la taxa de creixement de la dotació de capital, o sigui, k/k . Per tant, la figura mostra clarament com l'economia tendeix cap al valor de l'estat estacionari de k , i no només això sinó que la velocitat del seu creixement/decreixement està en funció de la posició inicial de la dotació de capital.

50. Aquesta conclusió inicial del model de Solow-Swan ha generat una àmplia literatura econòmica, sobretot pel que fa a les condicions de convergència en nivells de benestar dels diferents països del món. Per a una àmplia visió d'aquesta temàtica vegeu els capítols 10, 11 i 12 de Barro i Sala-i-Martin (1999).

51. Aquest argument és fàcil veure'l si tenim en compte que $y=Y/L$ i que traient logaritmes i diferenciant arribem a $\dot{y}/y=(\dot{Y}/Y)-(\dot{L}/L)$.

Figura 2.6. La transició cap a l'estat estacionari al model de Solow-Swan



2.3.3. La tecnologia i el model de Solow

Per avançar en l'explicació del creixement de la producció per càpita hem d'introduir el progrés tecnològic en el model inicial descrit més amunt. De fet, es tracta d'afegir a la funció de producció agregada una variable de tecnologia del tipus:

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (i)$$

La inclusió de la variable tecnologia, A multiplicant el factor treball, ens determina una *neutralitat en el sentit de Harrod*⁵². El progrés tecnològic succeeix quan A augmenta amb el temps. Per exemple, una unitat de treball és més productiva quan el nivell de tecnologia és més elevat. Una suposició important del model de Solow amb tecnologia és el fet que aquesta és *exògena*⁵³, és a dir, s'estableix a l'economia d'una manera automàtica i amb independència d'altres elements. Abans de preguntar-nos per les *fontes*⁵⁴ del progrés tecnològic continuem amb els *fets* del creixement econòmic i suposem que hi ha progrés tecnològic, A , que creix a una taxa constant:

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \Leftrightarrow A = A_0 e^{gt} \quad (ii)$$

On g és un paràmetre que representa la taxa de creixement de la tecnologia. L'equació de l'acumulació de capital en aquest model que incorpora la tecnologia és la mateixa que en el

52. Les altres possibilitats a l'hora d'introduir la variable tecnologia són $F(AK, L)$ que es coneix com a tecnologia de l'augment del capital o *neutral de Solow* i $AF(K, L)$, que es coneix com a tecnologia *neutral en el sentit de Hicks*. Si assumim una forma funcional Cobb-Douglas, aquesta discussió perd rellevància. A l'apartat 2.2.2. *Les classificacions del progrés tècnic* es realitza una discussió acurada sobre les seves diferents versions.

53. L'expressió més comuna davant l'exogeneïtat del progrés tècnic és que és "*quelcom -manà- caigut del cel*" si bé en treballs posteriors el mateix Solow ha matisat aquesta afirmació: "*dir que la taxa de progrés tecnològic és exogen no és el mateix que dir que és... quelcom misteriós*".

54. No cal dir que el supòsit d'exogeneïtat del progrés tecnològic no és gaire realista. De fet, un dels principals mèrits de la *nova teoria del creixement econòmic o creixement econòmic endogen* ha estat rebaixar aquest supòsit.

model inicial, si bé la rescrivim d'una manera lleugerament diferent⁵⁵:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - \delta$$

A més posem la funció de producció agregada, representada a l'equació (i) en termes per càpita. O sigui:

$$y = k^\alpha A^{1-\alpha} \quad (iii)$$

Ara ja estem en disposició de prendre logaritmes i diferenciar:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1 - \alpha) \frac{\dot{A}}{A} \quad (iv)$$

Si utilitzem la notació g_x per representar la taxa de creixement d'una variable x al llarg d'una trajectòria de creixement equilibrada, aleshores pel nostre cas $g_y = g_k$. Si substituïm aquesta relació a l'equació (iv) i a més tenim en comte que $A \cdot / A = g$, aleshores obtenim⁵⁶:

$$g_y = g_k = g \quad (v)$$

És a dir, al llarg de la trajectòria de creixement equilibrat del model de Solow, tant la producció per treballador com el capital per treballador creixen igual a la taxa del canvi tècnic exogen. De fet, aquest element contrasta amb el model de creixement anterior on no hi havia progrés tecnològic i, per tant, no hi havia creixement a llarg termini de la producció i el capital per treballador. És a dir, $g_y = g_k = g = 0$. En conclusió, aquest model de creixement neoclàssic amb tecnologia ens diu que *el progrés tecnològic és la font del creixement sostingut de la producció per càpita*.

El diagrama de fase d'aquest model que incorpora tecnologia és molt semblant al realitzat en el model sense tecnologia. L'única diferència important és que la variable k no és constant a llarg termini, per la qual cosa hem de plantejar l'equació diferencial en termes d'una altra variable.

La nova variable és⁵⁷:

55. És important observar que en aquesta equació d'acumulació de capital la taxa de creixement de K serà constant si i només si Y/K és constant. A més si Y/K és constant, y/k també ho serà i, encara més important, y i k creixeran a la mateixa taxa. De fet, aquesta equació descriu una situació on el capital, la producció, el consum i la població estan creixent a taxes constants, fet que es coneix com la *trajectòria del creixement equilibrat*.

56. És fàcil veure que si $g_y = \alpha g_k + (1-\alpha) A \cdot / A$ i $g_y = g_k$ i $A \cdot / A = g$ aleshores $(1-\alpha)g_y = (1-\alpha)g_k = (1-\alpha)g$.

57. És important observar que aquesta identitat és igual a k/A , de manera que és constant al llarg de la trajectòria de creixement equilibrada, ja que $g_k = g_A = g$.

$$\tilde{k} \equiv \frac{K}{AL}$$

I representa el rati del capital per treballador respecte la tecnologia. De fet, ens hi referirem com el rati *capital-tecnologia*, recordant que el numerador és el capital per treballador, enlloc del volum total de capital. Al rescriure la funció de producció en termes de capital-tecnologia s'obté⁵⁸:

$$\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha \tag{vi}$$

On:

$$\tilde{y} \equiv \frac{Y}{AL} = \frac{y}{A}$$

D'acord amb la terminologia anterior, farem referència a la nova producció desenvolupada en aquest model amb tecnologia com el rati de *producció-tecnologia*⁵⁹. Ara també podem rescriure l'equació de l'acumulació de capital en termes del rati capital-tecnologia, tot i que abans és convenient tornar a formular l'equació (vi) de l'apartat anterior⁶⁰:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{L}}{L} \tag{vii}$$

De fet, si combinem l'expressió (viii) amb l'equació d'acumulació de capital (ii) obtenim l'equació d'acumulació del rati capital tecnologia, que té una forma molt similar al model que hem vist anteriorment i que no incorporava el progrés tecnològic⁶¹:

$$\dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n + g + \delta)\tilde{k} \tag{viii}$$

A la figura 2.7 es presenta el diagrama de Solow amb presència de progrés tecnològic. La interpretació d'aquest diagrama és lleugerament diferent al que hem vist en el model inicial sense presència de canvi tècnic. Si l'economia comença amb un rati capital-tecnologia inferior al seu nivell d'estat estacionari, per exemple en un punt com k_0^\sim , aquest rati tendirà

58. Si $Y=K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$ i $k^\sim = K/AL$, aleshores $Y = (k^\sim)^\alpha (AL)^{1-\alpha} (AL)^\alpha$; d'on $Y/AL=(k^\sim)^\alpha$.

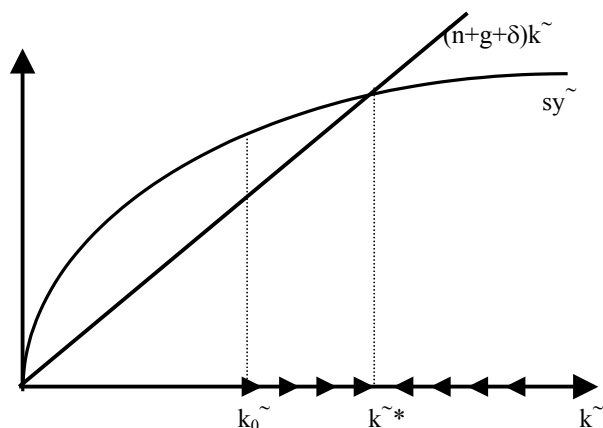
59. Alguns economistes anomenen k^\sim i y^\sim com el *capital per unitat de treball efectiva* i la *producció per unitat de treball efectiva*. Aquesta nominació ve motivada pel fet que es considera que el progrés tecnològic augmenta el treball, de manera que AL és la *quantitat de treball efectiva* emprada a la producció.

60. Si partim de $k^\sim = K/AL$ i traïem logaritmes i diferenciem arribem a l'expressió (viii).

61. De fet, les úniques diferències amb el model sense tecnologia són la consideració del capital i la producció en termes de *treball eficient* i la incorporació del creixement de la tecnologia, g , al segon sumant de l'equació diferencial. És important dir, que podríem replicar, amb idèntics resultats la figura 2.6, amb l'única diferència que a la línia horitzontal hi hauríem d'afegir la variable g .

progressivament a l'alça, ja que la quantitat d'inversió ($s\tilde{y}$) realitzada és superior a la quantitat necessària per a mantenir constant el rati capital-tecnologia. Això serà cert fins que $s\tilde{y}=(n+g+\delta) \tilde{k}$, cosa que s'assoleix al punt \tilde{k}^* , que és l'estat estacionari, on el rati capital-tecnologia avança en una trajectòria de creixement equilibrada.

Figura 2.7. El diagrama de Solow amb presència de progrés tecnològic



El rati producció-tecnologia a l'estat estacionari es determina mitjançant la funció de producció i la condició que $\dot{k}^*=0$. Si resollem per a \tilde{k}^* arribem a la solució de l'estat estacionari:

$$\tilde{k}^* = \left(\frac{s}{n + g + \delta} \right)^{1/(1-\alpha)} \quad (ix)$$

i,

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n + g + \delta} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (x)$$

Finalment, per veure les implicacions de la producció-tecnologia i el capital-tecnologia de l'estat estacionari sobre la producció per treballador podem rescriure l'equació anterior de la manera següent⁶²:

$$y^*(t) = A(t) \left(\frac{s}{n + g + \delta} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (xi)$$

Diversos elements a destacar d'aquesta equació. En primer lloc, es denota explícitament la dependència de y i de A del temps t , en segon lloc, la producció per treballador al llarg de

62. La relació entre y i \tilde{y} és de bon veure. Si $\tilde{y}=Y/AL$, aleshores $\tilde{y} A=Y/L$, d'on $\tilde{y} A = y$.

la trajectòria de creixement equilibrat⁶³ es determina per *la tecnologia, la taxa d'inversió, la taxa de creixement de la població i la taxa de depreciació*. Tot i això, no cal perdre de vista que en *aquest model la renda per unitat d'eficiència és constant, però no així la renda per treballador (sense ponderació tecnològica), que augmenta, precisament, amb la innovació tecnològica*. De fet, és fàcil veure, com demostra De la Fuente (1995a), que la trajectòria de creixement equilibrat de la renda per càpita amb presència de progrés tecnològic exogen és pot interpretar com una línia recta, on la pendent és la taxa de progrés tecnològic i l'ordenada en l'origen és el nivell de productivitat del valor estacionari de la ratio capital-treball en unitats d'eficiència.

En conclusió, en el model que acabem de veure *la taxa de creixement de la renda per càpita en un equilibri a llarg termini ve determinada pel ritme d'avenç del progrés tecnològic, independentment dels altres paràmetres del sistema*⁶⁴. Algunes de les altres conclusions del model de Solow amb presència de progrés tecnològic ja les avançàvem a l'apartat anterior. Segons aquest model *increments de la inversió i moderació de les taxes de creixement de la població, permeten una major acumulació de capital per treballador i, per tant, increments de nivell de la productivitat*. D'altra banda, el *progrés tecnològic pot contrarestar la tendència a la disminució del producte marginal del treball*, cosa que explica el creixement sostingut d'algunes economies.

2.3.4. Alguns exercicis de comptabilitat del creixement

Hem vist al model anterior que només hi ha creixement sostingut amb presència de progrés tecnològic. Sense aquest, l'acumulació de capital s'enfronta a rendiments decreixents, amb la qual cosa cau la productivitat. En canvi, amb presència de canvi tècnic les millores de la tecnologia contraresten l'acumulació dels rendiments decreixents del capital, amb els conseqüents increments del producte per càpita, deguts a les pròpies millores tecnològiques i a l'acumulació addicional del capital que aquestes millores fan possible.

Fins i tot abans de que es fessin públics els treballs seminals de Solow (1956; 1957), els economistes van començar a acumular evidència empírica que suggeria que l'experiència del creixement econòmic al darrer segle no podia llegir-se només com a un augment de la dotació de factors productius utilitzats⁶⁵. Aquests resultats posaven clarament en crisi la

63. És important destacar que la trajectòria d'equilibri de la producció per càpita sense tecnologia és un cas concret d'aquest resultat. De fet, és el cas particular on $g=0$ i $A_0=1$, és a dir no hi ha cap progrés tecnològic.

64. Des del punt de vista de la dinàmica del model de Solow amb presència de progrés tecnològic s'han de destacar dos elements importants. En primer lloc, els *canvis en la política econòmica*, a través de les variables que determinen el model, augmenten *les taxes de creixement del producte per càpita però només de manera temporal*, es a dir, a llarg de la trajectòria d'equilibri fins al nou estat estacionari. En segon lloc, canvis en la política econòmica poden donar lloc a *efectes de nivell*; és a dir, incidir repetidament en algunes de les variables que determinen el model pot elevar/disminuir permanentment el nivell de producció per càpita. Dit d'una altra manera, canvis derivats de la política econòmica que incideixen sobre els paràmetres, amb l'excepció del progrés tècnic, que determinen la trajectòria d'equilibri de la renda per càpita només poden generar efectes de nivell, ja que els efectes sobre la seva taxa de creixement són transitoris, degut al fet que la pendent només està determinada pel progrés tecnològic.

65. De fet, ja a meitats de la dècada dels cinquanta un conjunt de treballs - Schmookler (1952), Fabricant (1954), Kendrick (1956) i Abramovitz (1956) -, contrastats pel cas de l'economia del EUA, indicaven que més de la meitat

visió tradicional sobre el paper central que jugava el capital en el creixement econòmic. A més, van motivar gran quantitat de treball, empíric i teòric, que volia clarificar la naturalesa i quantificar la importància dels factors explicatius de l'augment del producte per càpita. De tota manera, el treball que va marcar la línia a seguir en el camp de les teories modernes del creixement econòmic va ser el de Solow (1957). En aquest treball Solow parteix d'una funció de producció agregada, que compleix els requeriments detallats a la secció anterior i és del tipus:

$$Y=A(t) f(K,L) \quad (i)$$

On, $A(t)$ és la mesura del efectes acumulats del canvi tècnic en el temps. Si traiem logaritmes i diferenciem i tenim en compte que les elasticitats del capital i el treball en relació amb la producció són, sota el supòsit competitiu, la participació d'aquests factors a la renda nacional⁶⁶, arribem a l'expressió bàsica de la *comptabilitat del creixement*⁶⁷:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha) \frac{\dot{L}}{L} \quad (ii)$$

És important recordar que aquesta expressió té la seva rèplica en termes intensius. De fet, la hipòtesi de rendiments constants a escala ens permet expressar (ii), com:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \frac{\dot{k}}{k} \quad (iii)$$

Per tant, l'única magnitud no observable de l'expressió (iii) és \dot{A}/A , de manera que podem calcular la contribució del progrés tècnic a l'augment de la renda per càpita. Aquest exercici és el que va fer Solow per l'economia dels EUA en el període 1909-1949. Atès que el capital per hora treballada en el 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 (o sigui, la participació del capital a la renda nacional) igual a 0,33, mostra que la contribució del progrés tècnic al creixement de la renda per càpita de l'economia dels EUA va ser del 87,5% del total⁶⁸. Aquests resultats i d'altres de

del creixement econòmic d'aquell país durant els darrers vuitanta anys era atribuïble a un increment de la productivitat i no a la dotació dels inputs.

66. A partir de l'equació $Y=AK^{\alpha}L^{(1-\alpha)}$ i tenint en compte que el preu relatiu del capital (o sigui el tipus d'interès, r) per la seva dotació més el preu relatiu del treball (o sigui el salari, w) per la seva dotació s'igualen a la renda nacional, tenim que R , o sigui el tipus d'interès brut és igual a $r+\delta$, o el que és el mateix: $\delta Y/\delta K$. De la mateixa manera, $w=\delta Y/\delta L$. Al nostre cas, $R=\alpha Y/K$, d'on reagrupant termes, $\alpha=RK/Y$.

67. Aquesta equació ens diu que el creixement de la producció és igual a un promig ponderat del creixement del capital i el treball, més la taxa de creixement del progrés tecnològic. De fet, al terme \dot{A}/A , normalment es coneix com el creixement de la *productivitat total dels factors* (o també el creixement de la productivitat múltiple dels factors).

68. De fet, el càlcul és: $(\dot{A}/A) / (\dot{y}/y) = [(\dot{y}/y) - \alpha(\dot{k}/k)] / (\dot{y}/y) = [(1,8\% - (0,33 * 0,68\%)] / 1,8\% = 0,875$.

similars van plantejar l'interrogant als investigadors de quins eren els fonaments d'A. Per construcció, aquest factor residual era molt ampli. De fet Solow al seu article ja intuïa una nova línia de recerca "*l'expressió canvi tècnic es refereix a qualsevol tipus de canvi de la funció de producció, des de baixades, pujades i millores de l'educació de la mà d'obra fins a qualsevol altre tipus d'element*". Els consens es va situar al voltant del fet que el que capturava bàsicament aquest *factor residual*, A, eren els efectes del progrés tècnic. De fet, aquest fenomen passaria a anomenar-se la *paradoxa de la productivitat*.

Moses Abramovitz (1956) va obtenir uns resultats similars als de Solow. La seva investigació sobre el creixement econòmic dels EUA des del 1870 també era concloent a l'hora de trobar les fonts d'aquest creixement. En cap cas no estava fonamentat amb l'estoc de capital físic ni amb l'oferta de treball. Abramovitz, recull amb vehemència la sorpresa que van generar aquests resultats:

'Aquest resultat és sorprenent per la importància desproporcionada que sembla donar al progrés tècnic (o factor residual) i, en cert sentit, podria fer dubtar, i inclúsiu desmotivar, als investigadors del creixement econòmic. Com que sabem molt poc sobre les causes del progrés tècnic la importància d'aquest element ens proporciona una certa mesura de la nostra ignorància sobre les causes del creixement econòmic.' (Moses Abramovitz (1956). "Resource and Output Trends in the United States Since 1870", *Papers and Proceedings of the American Economic Association*, pàg. 11)

Però la seva conclusió final sobre el que representa A, seria tota una premonició "*la contribució de l'augment en l'estoc de capital-coneixement*"⁶⁹. De fet, segons l'autor, l'augment de la dotació d'aquest saber útil s'atribueix a dues coses. En primer lloc, a "*la inversió de recursos en investigació, educació i similars*" i, en segon lloc, considera un efecte secundari resultat "*d'altres activitats humanes*".

Aquesta interpretació del creixement econòmic, basat en la tecnologia és va fer molt popular entre els investigadors, entre d'altres coses perquè enllaçava amb el pensament dels economistes clàssics. Tot i això, de seguida van sorgir noves interpretacions d'aquest factor residual, que van destacar de nou la importància de l'acumulació dels factors –o la seva mala mesura– i, conseqüentment el paper cabdal del procés estalvi-inversió com a motor del creixement econòmic. Una de les aportacions més rellevants va ser la de Hicks (1965), amb un model que, rebutjant les hipòtesis neoclàssiques, tenia en compte els *rendiments creixents* i la *competència monopolística*. La conclusió fonamental del seu model era que els supòsits neoclàssics infravaloraven la importància de l'estoc de capital en el creixement econòmic.

Una altra aportació a considerar és la de Schultz (1961), que per primera vegada, va destacar la importància de la inversió en el *capital humà*. Segons aquest autor, la infravaloració dels factors productius en l'explicació del creixement econòmic s'explica pel fet que quan mesurem el treball per hores treballades o pel tamany de la força de treball no es considera la qualitat de l'esforç humà, que va augmentant progressivament en relació directa amb la inversió en educació i sanitat. Aquestes diferents interpretacions del factor residual, A, van assentar les bases del que més tard s'anomenaria la *teoria del creixement econòmic*

69. Tot i que no el va desenvolupar teòricament, Abramovitz va ser el primer en introduir el concepte *capital-coneixement*, assentant les bases de models de creixement posteriors.

endogen, a banda de preguntar-se, per primera vegada, per les fonts del progrés tecnològic, que no es considera ja com *quelcom caigut del cel*. La resposta, que passa, entre d'altres, per la inversió en I+D i la importació de tecnologies, i, per tant, permet la consideració d'aquest progrés com un procés inversor més, conciliaria les dues tendències interpretatives del creixement econòmic: l'explicació neoclàssica de la dotació de factors i l'explicació del factor residual.

Hem vist com l'aparició d'aquest factor residual va portar als economistes a preguntar-se, de nou, per la *riquesa de les nacions*. Després de les aportacions inicials de Solow i d'altres economistes, durant els darrers quaranta anys han aparegut un volum important d'estudis que han intentat quantificar les fonts del creixement econòmic. Dues bones aproximacions, centrades en el problema que ens interessa, són les de Denison (1985) i Jorgenson (1987). Els resultats de les seves investigacions, relatives a les fonts del creixement de la productivitat del treball i del producte total dels EUA, per a les tres dècades posteriors a la segona guerra mundial es troben resumits als quadres 2.2 i 2.3.

Si comencem pel treball de Denison (quadre 2.2) cal destacar que l'augment productivitat del treball de l'economia dels EUA durant el període 1948-1979 (1,81%) va ser explicat gairebé en la seva totalitat per aquest factor residual – *residu primitiu* –, ja que, pel que fa a l'acumulació de factors, l'aportació de l'estoc de capital per càpita (un 24% del creixement mitjà del període⁷⁰) es va veure compensada per la reducció del nombre d'hores treballades (amb una davallada del 23%). Aquest modest increment de la productivitat com a resultat de l'acumulació de factors s'ajusta com a resultat de l'aplicació d'un indicador de qualitat del treball –bàsicament educació– que representa un 29% del tot el creixement. D'aquesta manera, l'acumulació ajustada d'inputs (capital i treball) explica 0,55 punts del creixement de la renda per càpita (un 30%). El 70% restant és atribuïble a la productivitat total dels factors ajustada, on hi destaca la participació d'un 51% del residu final o l'acumulació de coneixements⁷¹, que es constitueix, amb la font determinant de l'augment de productivitat.

70. La participació del 24% de l'estoc de capital per persona sobre el creixement de la renda per càpita vol dir que de l'1,81% d'increment d'aquesta magnitud en el període analitzat, 0,43 punts corresponen a l'estoc de capital.

71. En el seu treball Denison fa una estimació alternativa centrant-se en el producte per hora treballada, per eliminar l'efecte de la reducció de la jornada laboral. Segons aquesta iteració, la productivitat del treball va créixer a una taxa mitjana anual del 2,22%, de la qual 0,43 punts eren atribuïbles a l'estoc de capital i 0,53 punts a la inversió en capital humà. De nou, una participació important, 1,26 punts (un 57%) és atribuïda al factor residual en forma d'acumulació de coneixement.

Quadre 2.2. Les fonts del creixement del PIB per ocupat als EUA. 1948-1979

Punts percentuals de creixement en mitjanes del període i percentatges

	Punts percentuals per any	% s/total
1. Producte nacional per ocupat	1,81	100
2. Hores per persona	-0,41	-23
3. Estoc de capital per persona	0,43	24
4 Input total de factors (2+3)	0,02	1
5. Productivitat total dels factors (residu primitiu=1-4)	1,79	99
6. Qualitat del treball	0,53	29
a- Educació	0,41	23
b- Altres factors	0,12	6
7. Input total dels factors ajustat (4+6)	0,55	30
8. Productivitat total ajustada (1-7)	1,26	70
- Rendiments creixents a escala	0,31	17
- Altres factors	0,03	2
- Residu final (acumulació de coneixements)	0,92	51

Font: Reproduït de Denison (1985).

Al quadre 2.3, que resumeix els treballs de Denison i Jorgenson centrats en les fonts del creixement del producte total, la conclusió anterior continua essent vàlida, ja que ambdós autors atribueixen a la productivitat total dels factors una aportació al creixement del producte total entre una quarta i una tercera part. Tot i això, s'aprecien diferències significatives sobretot en l'aportació del capital, com a resultat de metodologies diferents de mesura del producte i del capital (Jorgenson inclou un indicador de qualitat del capital, que es calcula a partir de la valoració de l'estoc amb el seu valor de reposició). De fet, aquestes dues aproximacions ens suggereixen dos elements, relacionats amb les interaccions entre els factors productius i el progrés tecnològic. Primer, el factor residual atribuït a l'acumulació de coneixements resultants de la investigació segurament amaga elements de *-learning-by-doing-* en la utilització dels factors productius. Segon, es fa evident la dificultat de separar les contribucions del capital amb les del progrés tecnològic. En resum, aquests exercicis han intentat quantificar les contribucions al creixement econòmic dels diferents factors observables, per bé que el romanent no assignable s'atribueix com a factor residual a l'acumulació de coneixements⁷². Aquest procediment ha estat criticat, precisament, per la *subestimació dels efectes de la interacció entre factors productius i progrés tècnic*, que tendeix

72. Càlculs més recents com els realitzats per Charles I. Jones (1998) confirmen la importància de la *productivitat total dels factors* a l'hora d'explicar el creixement econòmic. Per al cas dels EUA i en el període 1960-1990, l'autor estima una participació del *residu* sobre l'increment del PIB del 35% (1,1 punts dels 3,1 punts que ha crescut l'economia dels EUA en aquest període), mentre que l'acumulació de capital hauria aportat 0,9 punts a l'increment del PIB i la del treball 0,7 punts. En aquest càlcul, es destaca l'important repunt alcista de l'aportació del residu que va passar d'una contribució al creixement de 0,2 punts (sobre el 2,7%) durant la dècada dels setanta (explicant l'important caiguda de la productivitat) a una d'1 punt (sobre el 2,6%) a la dècada dels vuitanta. D'altra banda, cal destacar que alguns càlculs també recents incorporen l'efecte del temps d'educació sobre el treball, cosa que determina un indicador del capital humà. Jorgenson i Stiroh (1999) arriben a conclusions similars.

a sobreestimar la contribució del factor residual⁷³.

73. Nelson (1973) va demostrar amb un senzill procediment gràfic que en els estudis de comptabilitat del creixement l'aproximació al progrés tecnològic a través del factor residual pot comportar importants biaixos en sèries cronològiques llargues.

Quadre 2.3. Les fonts del creixement del producte total als EUA. 1948-1979
Punts percentuals de creixement en mitjanes del període i percentatges

	Punts percentuals per any		% s/total	
	Denison	Jorgenson	Denison	Jorgenson
1. Producte total	3,49	3,42	100	100
2. Total hores treballades	0,93	0,68	27	20
3. Qualitat del treball	0,53	0,37	15	11
4. Estoc de capital	0,77	1,15	22	34
5. Qualitat del capital	-	0,40	-	12
6. Input total del treball (2+3)	1,46	1,05	42	31
7. Input total del capital (4+5)	0,77	1,56	22	46
8. Input total factors (6+7)	2,23	2,61	64	76
9. Productivitat total dels factors (1-8)	1,26	0,81	36	24

Font: Reproduït de Denison. (1985) i Jorgenson (1987).

2.4. El creixement econòmic endogen

Hem vist a l'apartat dedicat a les teories sobre el creixement econòmic exogen que la modelització del progrés tecnològic com quelcom exogen i no costós porta a conclusions de difícil assumptió. La seva interpretació implica la ruptura de les connexions entre el procés d'estalvi i inversió i el creixement econòmic, al mateix temps que posa de relleu les dificultats de trobar instruments de política econòmica per influir en la taxa de creixement a llarg termini. Tot i això, i com s'ha posat de manifest els investigadors d'aquesta branca de les teories del creixement eren conscients que la consideració d'exogeneïtat no era res més que una simplificació, molt notable, de la realitat. Per apropar-nos als factors rellevants de la determinació del creixement econòmic és necessari canviar la hipòtesi de la determinació exògena del progrés tecnològic per la consideració *d'una taxa de progrés tecnològic que es determina endògenament*⁷⁴.

L'especificació del progrés tecnològic als models endògens de creixement econòmic, sovint, s'expressa a partir d'una funció de producció agregada augmentada per un índex d'eficiència tecnològica, del tipus:

$$Y=F(K,L,A)$$

On, l'única diferència amb els models exògens és el fet que A es determina a dins del model; o sigui, és endògena. A grans trets, podem afirmar, tal i com assenyala De la Fuente (1995a) que hi ha dues grans famílies de models de creixement endogen, que agrupem sota

74. Formalment, una bona part d'aquests models no són res més que modificacions d'algunes de les hipòtesis del model de Solow-Swan, per la qual cosa alguns autors els consideren precisament com extensions del model neoclàssic de creixement exogen. Tanmateix, la importància i el reconeixement adquirit per aquests models, així com l'obtenció de conclusions clarament diferenciades dels anteriors justifiquen el seu tractament diferenciat.

la denominació de models de *learning-by-doing* i de *capital-humà*⁷⁵:

(...) A la primera –es refereix a la família de models que hem anomenat de *learning-by-doing*-, l'augment de la productivitat és un subproducte d'altres activitats. A una branca d'aquesta literatura, la principal font de creixement són els rendiments creixents; per tant, A és una funció dels nivells contemporanis dels inputs capital i treball, $A=g(K,L)$. Els models de *learning-by-doing* –aprendre fent- exploren una segona possibilitat d'implicacions similars. Als models d'aquest tipus, l'adquisició de saber és un resultat de les activitats normals de producció i d'inversió i A és una funció creixent d'alguna mesura apropiada d'experiència acumulada, G : $A=h(G)$. Ambdós tipus de models són similars en el fet que el progrés tècnic apareix com el resultat gairebé accidental d'altres activitats econòmiques, per la qual cosa no es planteja el problema de com l'empresa financia la seva adquisició o s'apropia dels seus beneficis. El segon grup de models, en canvi, es caracteritza pel fet que l'augment de la productivitat és el resultat de la inversió dels individus i empreses en educació i investigació i és, per tant, un procés costós. En aquests models, l'increment d' A durant un cert període de temps és una funció de l'estat actual del saber i del volum de recursos invertit en educació o en I+D, d'on: $A'=m(A,K_a,L_a)$. (Angel de la Fuente (1995). "Notas sobre la economía del crecimiento, I: algunos modelos básicos", *Papers de Treball IAE*, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, pàg. 30).

Una diferència important d'aquestes dues famílies de models endògens és el fet que el progrés tecnològic i l'acumulació de capital són complementaris als models de *learning-by-doing* i, en canvi, són substitutius als models de *capital-humà*⁷⁶, precisament per les diferents consideracions del progrés tecnològic, com a quelcom associat a les activitats productives al primer tipus de models i com a resultat de les decisions individuals dels agents econòmics al segon tipus de models. De fet, aquestes consideracions alternatives, veurem com porten a conclusions clarament diferenciades de les obtingudes als models exògens⁷⁷, sobretot pel que fa a la *sostenibilitat del creixement*, però també, tot i que no sigui el nostre objecte d'estudi, pel que fa a la *convergència* entre economies.

Una última idea abans d'entrar en l'anàlisi d'alguns dels models representatius de la família dels models de creixement econòmic endogen. Ja hem vist a l'inici del capítol que algunes de les idees centrals dels models endògens de creixement, com per exemple, el paper de l'educació, ja preocupava als economistes del creixement de la dècada dels seixanta. Doncs bé, no ha estat fins a èpoques recents que aquesta interpretació del creixement econòmic s'ha manifestat amb tota la seva força. La manca d'instrumental analític, tant d'aparell formal com de mitjans tècnics i informàtics, la preocupació dels economistes per d'altres objectes d'estudi i el desenvolupament de les investigacions de comptabilització del

75. Els economistes de l'escola de Chicago, allà per la dècada dels cinquanta, van ser els primers en utilitzar aquest terme per a descriure el fet que la força de treball pot augmentar la seva capacitat productiva a base de fer inversions: en salut i alimentació els nivells baixos de renda i en educació a mesura que la renda per càpita creix.

76. De fet, als models a la *learning-by-doing* es torna a presentar el problema de la dificultat de separació entre acumulació de capital físic i progrés tecnològic que ja teníem als models exògens. En canvi, als models de *capital-humà* l'adquisició de coneixements competeix amb l'acumulació de capital pels recursos disponibles, de manera que es genera un *trade-off* entre tipologies alternatives d'inversió. En aquest sentit, es podria dir que aquesta família de models de tipus endogen afegeixen a la llista tradicional de factors productius altres inputs com el capital humà i tecnològic, al mateix temps que rebaixen alguns dels supòsits de la teoria neoclàssica com l'assumpció de rendiments creixents, per bé que insisteixen també en el paper central de l'estalvi i la necessitat d'avaluar les decisions individuals d'inversió que s'assenten sobre el procés d'acumulació de factors.

77. En part, aquesta diferència de conclusions s'explica per les característiques diferencials, en relació amb el capital físic i el treball, del *capital-humà* i del *capital-tecnològic* com a inputs. La presència d'arguments que confereixen a aquests dos nous factors productius la possibilitat de consideració de béns públics, així com l'existència de rendiments creixents, determinen clarament les conclusions normatives que s'extreuen de la seva anàlisi.

creixement d'arrel neoclàssica van *congelar* les tesis endògenes fins ben entrada la dècada dels vuitanta. Només quan ha estat desenvolupada la teoria dels sistemes dinàmics en economia, en particular l'anàlisi de les estructures de mercat, quan la millora dels mitjans tècnics, en especial els informàtics, ha permès el tractament de gran quantitat d'informació i quan l'interès dels economistes s'ha vehiculat de nou cap a l'estudi de les fonts del creixement econòmic⁷⁸, en part, per la insatisfacció que ha generat la teoria del creixement exogen, ha estat possible una revitalització de la visió endògena del creixement econòmic.

2.4.1. Els models de *learning-by-doing*

Ja hem avançat a l'inici del capítol que la primera generació de models formals de creixement econòmic endogen es remunten a finals de la dècada dels cinquanta i principis de la dels seixanta. En aquests models el progrés tecnològic apareix com un *residu de les activitats normals de producció i d'inversió*. La idea que hi ha al darrere d'aquesta interpretació és la següent: *l'aprenentatge fa créixer la productivitat*; o dit d'una altra manera, la familiarització amb un procés productiu per part de la força de treball a través de l'aprenentatge porta a la llarga cap un increment de productivitat. Com a conseqüència d'aquesta idea, la seva translació als models de creixement es vehicula a través del fet que *l'estoc de saber útil* (tecnologia) ja no és funció únicament del temps, sinó que *també depèn de l'experiència acumulada*. Kenneth J. Arrow (1962), un dels economistes que més va desenvolupar aquesta idea⁷⁹, donà a aquests models la denominació de models *learning-by-doing*:

Una visió del creixement econòmic que depèn en tanta mesura d'una variable exògena és notoriament insatisfactòria des del punt de vista intel·lectual i, més encara, si es tracta d'una variable de tan difícil mesura com és la quantitat de coneixement. Des d'una perspectiva quantitativa i empírica, ens quedem amb el fet que una de les variables explicatives del model és el temps. Ara bé, per més necessària que sigui a la pràctica, una tendència temporal és una pura confessió d'ignorància i, encara pitjor, des d'un punt de vista pràctic, no es tracta d'una variable de política econòmica. (...) Voldria suggerir en aquest treball una teoria endògena dels canvis en el coneixement, que esdeven essencials per entendre els canvis intertemporals i internacionals de les funcions de producció. L'adquisició de coneixement és quelcom que habitualment s'ha anomenat -aprenentatge- i esperem augmentar el nostre coneixement dels psicòlegs que han estudiat aquest fenomen. Jo no crec que l'evolució del canvi tècnic sigui un llarg i prol·longat procés d'aprenentatge sobre l'entorn en el qual operem, analogia que crec inverosímil; exactament el mateix fenomen de millora de l'entorn en el temps hi està implicat. Naturalment, els psicòlegs no han d'estar agrats als economistes, ja que hi ha diferents estats d'opinió en relació amb el procés d'aprenentatge. Però, crec que hi ha una clara generalització empírica que pot ésser acceptada per totes les escoles de pensament, tot i que ha d'ésser interpretada en diferents fases. L'aprenentatge és el producte de l'experiència. L'aprenentatge només es pot dur a terme a través de la intenció de solucionar un

78. A principis dels setanta un importantíssim article del premi Nobel d'economia Robert E. Lucas [(1972). "Expectations and the Neutrality of Money", *Journal of Economic Theory*, 4 (abril), pàgs. 103-124] va vehicular l'interès dels economistes cap a la investigació de les hipòtesis d'expectatives racionals, així com dels models basats en problemes d'informació, cosa que va suposar un cert desinterès pels problemes relacionats amb el creixement econòmic. No va ser fins ben entrada la dècada dels vuitanta que es va reprendre l'interès per les fonts del creixement econòmic, en part, per la percepció creixent dels economistes que les polítiques de foment al creixement eren més *efectives socialment* que les polítiques d'estabilització. Aquesta percepció s'emmarca dins la visió que una política econòmica òptima ha d'equilibrar despeses corrents i beneficis futurs, o en el nostre cas, activitats generadores de progrés tècnic versus activitats de consum immediat. En tot cas, per a determinar les accions a dur a la pràctica calien models que no només determinessin les fonts del creixement econòmic sinó que també quantifiquessin els costos i els beneficis de les polítiques alternatives. La visió endògena del creixement és constituirà en l'aparell formal d'aquestes necessitats.

79. També cal destacar els treballs de Kaldor (1957) i el de Kaldor i Mirrlees (1962).

problema i, en conseqüència, només té lloc durant l'activitat. (...) La segona generalització que ha d'ésser recollida de l'experimentació clàssica de l'aprenentatge és que aquest està associat amb la repetició, cosa que ens determina un mateix objecte d'estudi que els rendiments decreixents.' (Kenneth J. Arrow (1962). "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, XXIX, juny, pàgs. 155 i 156).

La base interpretativa d'aquests models té el mateix punt de partida que ja hem vist al analitzar el model de Solow amb presència de progrés tecnològic exogen. Per tant, igual que a l'apartat 2.3.3, la funció de producció té la coneguda forma:

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$$

De manera que el producte per càpita ve determinat per la relació, també coneguda:

$$\tilde{y} = A\tilde{k}^\alpha$$

On A és un índex de progrés tecnològic i $\tilde{k} = K/AL$ és la ratio capital/treball mesurada en unitats d'eficiència; o sigui, ponderada pel progrés tecnològic. Donat un coeficient constant d'inversió, s, la taxa de creixement de \tilde{k} ve determinada per l'equació següent⁸⁰:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s\tilde{k}^{\alpha-1} - (\delta + n + g_A) \quad (i)$$

A diferència del model exogen, suposarem que la taxa de progrés tecnològic, g_A , no és constant, de manera que reflecteix l'acumulació de coneixements assolits amb l'experiència productiva. Concretament, la hipòtesi és que *l'increment instantani d'A és proporcional al producte per treballador*. O sigui:

$$\dot{A} = \gamma \tilde{y} = \gamma A\tilde{k}^\alpha \quad (ii)$$

On el coeficient γ mesura la velocitat en el procés d'aprenentatge. Si dividim els dos costats de l'expressió (ii) per A, trobem la taxa de progrés tecnològic, que ve determinada per:

$$g_A = \frac{\dot{A}}{A} = \gamma \tilde{k}^\alpha \quad (iii)$$

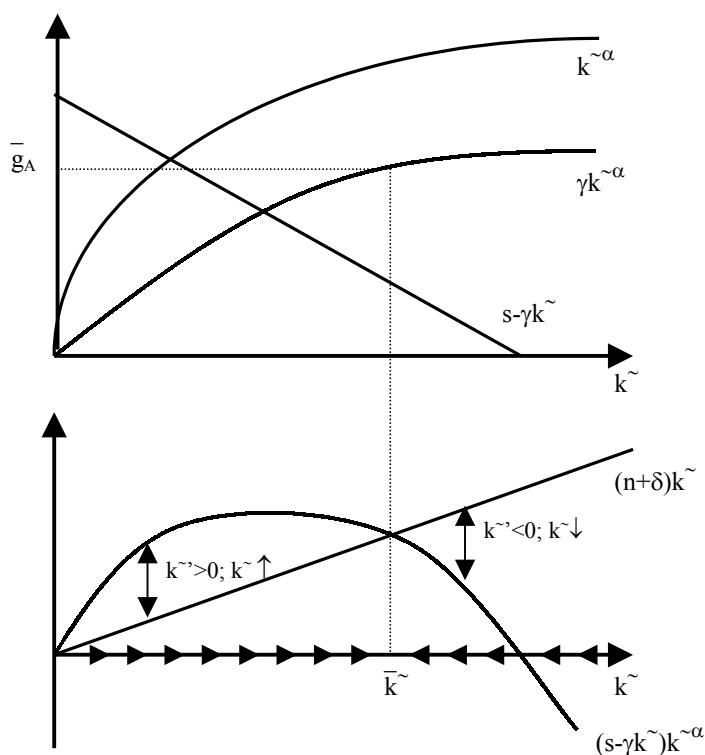
Finalment, si substituïm (iii) a (i), trobarem la trajectòria d'equilibri de la nostra funció d'acumulació de capital per càpita ponderada per la tecnologia, \tilde{k} :

$$\dot{\tilde{k}} = (s - \gamma\tilde{k})\tilde{k}^\alpha - (\delta + n)\tilde{k} \quad (iv)$$

80. De fet, aquesta expressió ja la coneixem del model exogen amb presència de tecnologia. Correspon a l'expressió (viii) de l'apartat 2.3.3, amb la particularitat que la taxa de progrés tecnològic no és constant, $g \neq g_A$.

Com sempre, podem representar –vegeu la figura 2.8- la trajectòria d'equilibri a través d'un diagrama de fase que, en aquest cas, té dos components. A la part superior hi ha representades les funcions $k^{\sim\alpha}$ i $s-\gamma k^{\sim}$. El producte d'aquestes dues funcions està representat a la part inferior del gràfic⁸¹. De fet, com que $(s-\gamma k^{\sim}) k^{\sim\alpha}$ és zero quan un dels seus dos factors són zero i és positiu quan tots dos factors són positius, la seva gràfica presenta una forma de U invertida que talla l'eix horitzontal dues vegades, una d'elles a l'origen. A la part inferior del gràfic també hi ha representada la funció $(n+\delta) k^{\sim}$, que és una línia recta que parteix de l'origen. D'acord amb l'equació de l'acumulació de capital que hem descrit, la distància vertical entre la corba $(s-\gamma k^{\sim}) k^{\sim\alpha}$ i la recta $(n+\delta) k^{\sim}$ ens determina l'increment de k^{\sim} . Per tant, s'observa la presència d'un estat estacionari, \bar{k}^{\sim} , que correspon al punt on les dues funcions es creuen⁸². D'aquesta manera, podem afirmar que l'economia convergeix a llarg termini cap una trajectòria de creixement equilibrat, a la qual el valor de k^{\sim} és constant. A llarg d'aquesta trajectòria, el producte per treballador ve determinat per l'expressió $\bar{k}_t = A_t \bar{k}^{\sim\alpha}$.

Figura 2.8. Diagrama de fase d'un model de learning-by-doing



81. És important assenyalar que el producte d'aquestes dues funcions és precisament el primer terme del costat dret de l'equació (iv).

82. Igual que al model de Solow amb tecnologia, aquest estat estacionari és estable, ja que k^{\sim} augmenta quan el seu valor és més petit que \bar{k}^{\sim} , mentre que en cas contrari disminueix.

De fet, utilitzant l'equació (iii), queda clar que la *taxa de creixement d'A*⁸³ i, per tant, del producte per treballador, a l'equilibri de llarg termini ve determinada per la velocitat del procés d'aprenentatge i per la dotació de capital per càpita eficient:

$$\bar{g}_k = \bar{g}_A = \gamma \bar{k}^\alpha \quad (v)$$

Una conclusió important d'aquests tipus de models és que la *política econòmica pot incidir sobre la taxa de creixement del producte per càpita a llarg termini*, a diferència del que passava en els models exògens de creixement. De fet, és fàcil veure a partir de la figura 2.8, que un simple increment de la taxa d'inversió, s , desplaçaria l'estat estacionari i, per tant, determinaria, una major taxa de creixement a llarg termini.

L'extensió d'aquest tipus de model al conjunt de l'economia ja la va plantejar el mateix Arrow (1962) a través de la relació que hi ha entre l'adquisició de coneixements, l'aprendre-fent, a través de l'experiència, i la inversió: *"cada nova màquina que és produïda i posada en funcionament es capaç de modificar l'entorn en el qual té lloc la producció, amb la qual cosa l'aprenentatge rep contínuament nous estímuls"*. Aquesta relació, ens porta a afirmar que un índex d'experiència podria ser la inversió acumulada, o, dit d'una altra manera, l'estoc de capital. Un segon supòsit important, que desenvoluparem més en detall a l'apartat següent, és el fet que l'estoc de coneixements té característiques de bé públic. O sigui, que una vegada desenvolupada una nova tecnologia, aquesta *s'escampa* al conjunt de l'activitat econòmica, sense que es pugui evitar. Aquest fenomen es coneix a la literatura del creixement econòmic com els *"Knowledge Spillovers"*. De fet, aquesta literatura combina aquests dos supòsits i planteja una funció de producció agregada, que és del tipus Cobb-Douglas i en la qual *cada empresa pren l'estoc agregat de capital* –*"coneixement escampat de l'economia"*–, z , com a donat:

$$Y = K^\alpha L^{1-\alpha} z^{1-\alpha} \quad (vi)$$

Si expressem (vi) en termes per càpita, obtenim $y = k^\alpha z^{1-\alpha}$. Una vegada plantejada la funció de producció agregada per càpita és fàcil veure que la maximització de beneficis es farà mitjançant l'expressió: $r + \delta = \alpha k^{\alpha-1} z^{1-\alpha}$, ja que el producte marginal del capital (z és considerat constant) s'ha d'igualar al preu del servei d'aquest capital. Pel que fa als consumidors, aquests segueixen un programa d'optimització dinàmica d'estil neoclàssic –vegeu l'annex 2.4–, de manera que la seva taxa de creixement a l'estat estacionari és: $c^*/c \equiv \gamma_c = 1/\theta (r - \rho)$. Per tant, ja estem en disposició de trobar l'equilibri del conjunt de l'economia, tenint en compte que el tipus d'interès d'empresaris i consumidors ha d'ésser el mateix. O sigui, que a l'expressió de la trajectòria del consum hi substituïm el valor del tipus d'interès trobat a l'equació de les empreses:

$$\gamma_c = \frac{1}{\theta} (\alpha k^{\alpha-1} z^{1-\alpha} - \rho - \delta) \quad (vii)$$

83. També la podem trobar en el gràfic. Només ens cal dibuixar a la part superior del gràfic la funció $\gamma k^{-\alpha}$ i identificar-la a l'altura d'aquesta corba quan $k = \bar{k}$.

Per últim, cal tenir en compte que l'estoc de capital agregat, K , és igual a la suma d'estocs de capitals individuals, z , que les empreses prenen com a donat. A més, donat que $k = K/L$ és el capital per càpita, el capital total serà igual al producte de k per la quantitat de persones, L , de manera que $z = Lk$. Si substituïm aquesta expressió a (vii) trobarem la taxa de creixement del consum a l'estat estacionari, que es pot demostrar que és igual a la taxa de creixement de la resta de variables del model⁸⁴. O sigui:

$$\gamma^* = \frac{1}{\theta} (\alpha L^{\alpha-1} - \rho - \delta) \quad (viii)$$

En definitiva, veiem com *en aquest model d'economies d'escala de l'aprenentatge a la pràctica la taxa de creixement a l'estat estacionari depèn, entre d'altres, d'un element nou: la població*. És a dir, majors augments de població, a igualtat d'altres variables, provocarien majors increments del creixement de la renda per càpita⁸⁵. Per últim, es pot demostrar, tal i com ho fa Sala-i-Martin (1999), que la introducció del tercer agent econòmic, és a dir, el planificador, genera una trajectòria d'equilibri del creixement econòmic millor que l'obtinguda pel mercat (expressió viii), gràcies al fet que aquest agent econòmic internalitza els efectes arrossegament que genera l'expansió del coneixement, cosa que fa augmentar la productivitat de tots els agents de l'economia.

2.4.2. Els models endògens amb externalitats i rendiments creixents

Un dels supòsits més restrictius de la literatura exògena sobre el creixement econòmic ha estat la consideració de rendiments constants a escala de la funció de producció, que determinen rendiments decreixents del capital per treballador. Aquesta hipòtesi, generalment, s'ha vingut incorporant a aquesta literatura per una pura qüestió de conveniència, ja que la modelització que se'n deriva resulta més fàcil i assequible. Amb la intenció d'apropar-se més a la realitat hi ha un conjunt de models endògens que han incorporat a la funció de producció la hipòtesi dels *rendiments creixents*⁸⁶.

84. Vegeu la resolució del programa d'optimització dinàmica per una economia amb empreses i consumidors plantejat a l'annex 2.4.

85. A la literatura sobre el creixement econòmic hi trobem argumentari a favor i en contra dels resultats d'aquest model. Tanmateix, si bé les contrastacions empíriques assenyalen que no hi ha evidència ni a favor ni en contra d'aquests efectes d'escala, una visió més àmplia podria subratllar la connexió entre població i creixement, a través de l'expansió del coneixement. Primer, hi ha el fet que no tenen perquè coincidir els països –base territorial de les estadístiques oficials– amb l'àrea territorial on s'escampa el coneixement. De fet, aquest argument ha suposat l'aparició d'una important literatura sobre els *efectes territorials –regionals– del progrés tecnològic*. Segon, i tal i com demostra Kremer (1993), el plantejament d'un horitzó temporal molt més dilatat podria ratificar la visió de l'expansió del coneixement. Un altre historiador important, Douglas North (1981), planteja el fet que el creixement econòmic modern té la seva arrel en el desenvolupament dels drets de propietat intel·lectual, element que garanteix l'apropiació dels guanys de la innovació.

86. Tot i això, aquesta nova hipòtesi tecnològica planteja, al menys, dos inconvenients importants. El primer, que ja no és possible pagar a cada factor productiu el seu producte marginal. De fet, es trenca la hipòtesi de la distribució de la renda segons la productivitat marginal. El segon, que amb presència de rendiments creixents les empreses tenen clars incentius a afrontar una guerra de preus, amb l'objectiu d'expulsar les rivals. Com destaca la literatura de la competència monopolística, els rendiments creixents són una de les seves principals motivacions. Per tant, els rendiments creixents i la condició d'agents econòmics preu-acceptants no són consistents, cosa que requereix de modelitzacions més complicades, difícils d'inserir en sistemes dinàmics amb trajectòria d'equilibri.

El punt de partida d'aquests models és la suposició que els rendiments creixents apareixen a través dels *efectes externs* –*externalitats*- associats a l'acumulació de capital físic o humà. En aquest context, la tecnologia percebuda per cada agent econòmic privat encara presenta rendiments constants, cosa que no passa amb la tecnologia a nivell agregat. D'aquesta manera, és possible analitzar la hipòtesi de rendiments creixents sense incloure-hi dificultats addicionals. De fet, la idea és afegir al model tradicional de Solow amb presència de tecnologia la suposició que l'acumulació de capital genera una externalitat positiva que es tradueix en un increment de la productivitat. En concret, la funció de producció agregada té aquesta forma funcional:

$$Y = \Phi K^\alpha (AL)^{1-\alpha} = \Phi AL \tilde{k}^\alpha \quad (i)$$

On $\tilde{k}(=K/AL)$ és la relació capital/treball en unitats d'eficiència. Igual que al model exogen amb presència de tecnologia, A és un índex tecnològic que augmenta amb el temps a una taxa constant i exògena $A^*/A=g_A>0$. La variable Φ recull l'externalitat positiva associada al capital. De fet, suposarem que cada agent econòmic percep Φ com una constant exògena i per tant que no influeixen llurs accions, si bé depèn de la ratio agregada entre el capital i el treball a través d'una funció que mesura el grau d'externalitat (μ) del capital per treballador eficient. Aquesta relació la va proposar un dels pares de la teoria endògena del creixement, Paul M. Romer (1986), i té la forma:

$$\Phi = \tilde{k}^\mu \quad (ii)$$

De manera que combinant (i) i (ii) i expressant-ho en termes per treballador eficient, obtenim:

$$\tilde{y} = A \tilde{k}^{\alpha+\mu} \quad (iii)$$

O sigui, que el producte per càpita eficient depèn d'un índex de tecnologia i del capital per treballador eficient elevat a $\alpha+\mu$, que mesura el grau de rendiment a escala en el capital, tenint en compte l'efecte extern. Sota aquests supòsits, l'equilibri competitiu resulta factible, ja que cada agent econòmic agafa Φ com a donat. Dit d'una altra manera, les empreses no poden utilitzar el recurs a les pràctiques de competència monopolística, ja que els rendiments creixents es donen a nivell agregat, de manera que es troben sota situació competitiva i un augment d'escala no es pot traslladar als preus finals. A més, a l'equilibri cada factor productiu rep el seu producte marginal, de manera que l'interès i el salari s'igualen a les derivades parcials de la producció agregada en relació amb capital i treball, considerant Φ com una constant⁸⁷. Una conseqüència important de la hipòtesi d'externalitats

Una concisa descripció dels graus de competència imperfecta és la de Tugores (1994), que també es pot trobar a qualsevol manual de microeconomia o d'organització industrial.

87. A partir de les derivades parcials de Y en relació amb K i L obtingudes de l'equació (i), és fàcil veure que $rK+wL=Y$.

tecnològiques és el fet que la participació de cada factor productiu en el producte nacional ja no és igual a la derivada de la producció agregada en relació a cadascun dels inputs. Aquesta conseqüència té repercussions molt importants sobre els exercicis de comptabilitat del creixement que hem vist anteriorment. De fet, si, per exemple, l'elasticitat del capital ja no és igual a la participació d'aquest sobre la renda nacional, queda clar que no estem mesurant bé la contribució del capital al creixement econòmic, cosa que, de retruc, també implica una mala mesura de l'aportació del progrés tecnològic. En concret, es pot demostrar que *amb presència de rendiments creixents el mètode tradicional de comptabilitat del creixement subestima l'aportació del capital al creixement econòmic i, per tant, sobreestima l'aportació del progrés tecnològic*⁸⁸. Una vegada aclarides les particularitats de la hipòtesi de rendiments creixents, ja estem en disposició d'analitzar la trajectòria del sistema, partint, com sempre fins ara, de la base que hi ha una taxa constant d'estalvi. Igual que al model exogen, la trajectòria del capital per treballador queda representada per l'expressió següent:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s \tilde{k}^{\alpha+\mu-1} - (\delta + n + g_A) \quad (iv)$$

On l'única diferència, a banda del creixement amb el temps d'A, és la presència de μ com a exponent del capital per treballador eficient. De fet, el valor del coeficient μ pot implicar importants canvis en la trajectòria d'equilibri del sistema. Si l'externalitat no és molt gran; és a dir quan $\alpha+\mu < 1$, la tecnologia que relaciona el producte i el capital per treballador eficient (expressió *iii*) encara presenta rendiments decreixents del capital, de manera que el comportament de la trajectòria d'equilibri no és molt diferent del que hem analitzat en el model de Solow amb presència de tecnologia. En aquest cas, la corba que defineix la trajectòria del capital per treballador eficient encara té pendent negativa, cosa que vol dir que presenta rendiments decreixents, de manera que el sistema és estable i convergeix cap un estat estacionari definit per l'expressió:

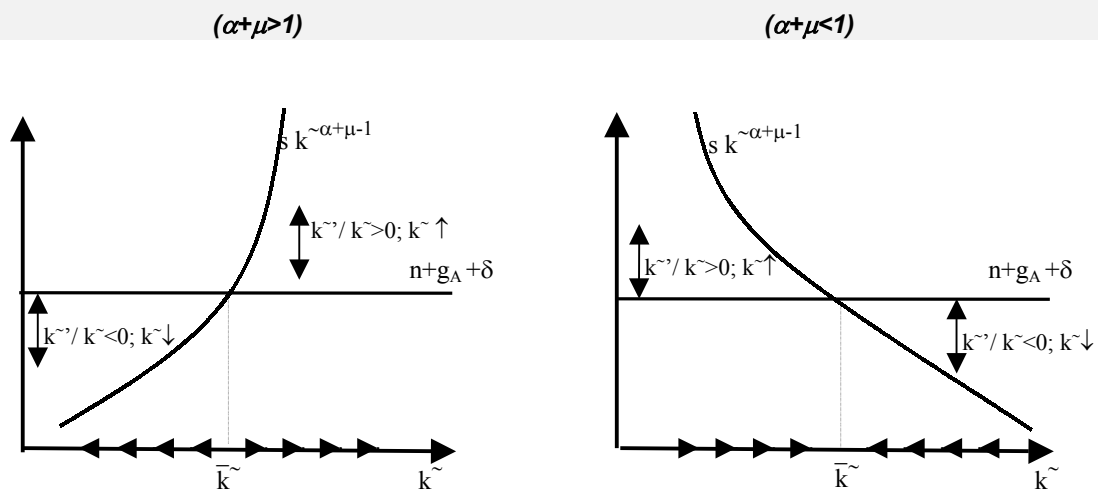
$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = 0 \Rightarrow s \tilde{k}^{\alpha+\mu-1} = \delta + n + g_A \Rightarrow \tilde{k} = \left(\frac{s}{\delta + g_A + n} \right)^{1/(1-\alpha-\mu)} \quad (v)$$

Ara bé, si les externalitats associades al capital adquireixen una certa magnitud; és a dir si $\alpha+\mu > 1$, aleshores la trajectòria d'equilibri amb presència de rendiments creixents canvia de manera significativa. En aquest cas, la *tecnologia presenta rendiments creixents del capital*,

88. Per veure aquesta implicació es prenen logaritmes de (iii), de manera que l'expressió resultant és: $\ln \tilde{y} = \ln A + (\alpha+\mu) \ln (K/AL) = (1-\alpha-\mu) \ln A + (\alpha+\mu) \ln (K/L)$. Si diferenciem respecte al temps obtenim $g_{\tilde{y}} = (1-\alpha-\mu) g_A + (\alpha+\mu) g_{K/L}$. D'aquesta manera, la contribució del progrés tecnològic al creixement del producte per càpita (c_A) serà igual a $(1-\alpha-\mu) g_A = g_{\tilde{y}} - (\alpha+\mu) g_{K/L}$. Per un altre costat, si utilitzem la participació del capital sobre el producte nacional (és a dir, α enlloc de $\alpha+\mu$) per trobar l'elasticitat del creixement de l'estoc del capital per treballador, obtenim una contribució del progrés tecnològic esbiaixada a l'alça, ja que $c'_A = g_{\tilde{y}} - \alpha g_{K/L} = c_A - \mu g_{K/L}$. Per tant, queda clar que amb presència de rendiments creixents la contribució del progrés tecnològic –el residu de Solow– al creixement de la renda utilitzant els mètodes de comptabilitat del creixement està sobreestimada, mentre que la contribució del capital està subestimada.

de manera que la inversió, mesurada per la corba, $sk^{\alpha+\mu-1}$, és una funció creixent de l'estoc de capital per treballador eficient. De fet, aquesta corba té un pendent positiu, de manera que la inversió incrementa amb el capital per treballador eficient enlloc de disminuir. El diagrama de fase d'aquest sistema està representat a la figura 2.9. Aquesta figura està dividida en dues parts. Al costat esquerra hi ha representada la trajectòria dels sistema quan $\alpha+\mu>1$. En aquest cas, amb pendent positiva de la inversió, el sistema és inestable, ja que el valor del capital per treballador eficient augmenta quan és més gran que \bar{k} i disminueix quan és més petit, allunyant-se del seu valor estacionari. De fet, aquest el valor de \bar{k} s'interpreta ara com un *líndar mínim de creixement, enlloc d'un equilibri a llarg termini*. En canvi, la part dreta del gràfic mostra com, amb $\alpha+\mu<1$, el sistema és estable i \bar{k} representa un equilibri a llarg termini.

Figura 2.9. El diagrama de Solow amb rendiments creixents



Una conclusió important d'aquests tipus de models és el fet que amb *l'existència de rendiments creixents del capital hi pot haver creixement sostingut, encara que no hi hagi progrés tecnològic*⁸⁹, cosa que no era possible als model exògens, on el creixement econòmic estava vinculat a la presència de progrés tecnològic. De fet, l'argument segons el qual, una vegada assolida una certa dotació de capital, la caiguda de la rendibilitat de la inversió suposa un volum de recursos insuficients per a reposar la depreciació desapareix amb rendiments creixents o constants en el capital. Aquesta idea és de fàcil il·lustració com a cas particular del model que acabem de desenvolupar. Suposem que no hi ha progrés tecnològic ($g_A=0$) i que la tecnologia presenta rendiments constants del capital per treballador ($\alpha+\mu=1$).

89. Una altra conclusió important, tot i que, com ja hem comentat no és el nostre objecte d'estudi, és el fet que la convergència entre països depèn de manera significativa de l'existència o no de rendiments creixents en el capital. De fet, i en contraposició amb els models neoclàssics de rendiments decreixents del capital per treballador eficient, on la renda tendia a igualar-se, als models amb rendiments creixents l'avantatge d'un país inicialment més ric tendirà a augmentar, ja que la renda per càpita és funció de l'estoc de capital per treballador acumulat. Endogeneïtzant la taxa d'estalvi o permetent els fluxos de factors aquesta divergència encara podria ser més àmplia.

Aleshores la funció de producció per càpita presentaria una forma funcional on només dependria d'un estoc de tecnologia i d'una dotació de capital per càpita no ponderada per cap coeficient. O sigui:

$$\tilde{y} = A\tilde{k} \quad (vi)$$

Si diferenciem respecte al temps, tenint en compte que A és constant ($g_A=0$) i utilitzant (iv) tenim que:

$$\frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s - (\delta + n) \quad (vii)$$

De fet, aquesta tipologia de model, que a la literatura econòmica és coneix com a *model AK*,⁹⁰ es caracteritza perquè el creixement de la producció per càpita és una constant. La dinàmica del model és la següent: si el coeficient de la inversió és més gran que la depreciació i el creixement de la població (o sigui, $s > \delta + n$) la renda per càpita creixeria –sense límit- a un ritme constant. D'aquesta manera, queda clar que amb presència de rendiments creixents o constants la rendibilitat de la inversió pot superar la taxa de depreciació i donar lloc a un ritme de creixement econòmic sostingut.

2.4.3. El models de capital humà: I+D i *catch-up tecnològic*

A les dues tipologies de models de creixement econòmic endogen que hem vist fins al moment, el progrés tecnològic es derivava de les activitats econòmiques de producció i d'inversió. Dit d'una altra manera, aquests models no consideren la innovació tecnològica com el resultat de forces amb caràcter econòmic com, per exemple, els costos i els beneficis de la innovació. De fet, hi ha tota una tipologia de models endògens de creixement, que sota la tipologia de *models de capital humà*, endogeïtzen el progrés tecnològic com una activitat amb característiques econòmiques. Una de les particularitats d'aquests tipus de models és el fet que *l'acumulació de coneixements*, que fonamenten el progrés tecnològic, *no estigui subjecte* –com ho estan el capital i el treball- a la *lei de rendiments marginals decreixents*. Si llegim el canvi tecnològic com un procés econòmic, podem interpretar que el cost d'innovacions addicionals –marginals- es redueix a mesura que augmenta l'experiència científica i tècnica, cosa que ens podria determinar una *relació no decreixent entre la rendibilitat de la inversió tecnològica i l'estoc de coneixement acumulat*⁹¹.

90. Tot i que alguns economistes ja havien realitzat especificacions de la funció de producció similars, la paternitat d'aquesta tipologia de funció de producció i la seva introducció als models de creixement econòmic endogen s'atribueix a Sergio Rebelo (1991).

91. No cal insistir en el fet que aquesta relació se situa a l'argumentari de les divergències de creixement entre països. Tot i això, també hi ha arguments a favor de la convergència. Si el coneixement tecnològic té propietats de bé públic i aquestes tenen una dimensió internacional, això tendeix a afavorir els països menys avançats sempre i quan disposin d'una base d'adaptació de tecnologia. L'argument és el següent: com que els països “*seguidors*” no han d'inventar, sinó només adaptar, podran créixer més ràpidament que el líder tecnològic, que haurà d'assumir les

2.4.3.1. El models unisectorials i bisectorials de Lucas

El punt de partida d'aquesta tipologia de models el trobem en un influent treball d'un altre dels pares del creixement econòmic endogen, Robert E. Lucas (1988). La base del seu model és la consideració del fet que el *factor treball pot incorporar diferents nivell d'educació i requerir diferents habilitats*. De fet, aquest model no fa res més que estendre el model de Solow amb la incorporació del capital humà o el treball qualificat⁹². La funció de producció plantejada, combina el capital físic, K, amb el treball qualificat, H, i és del tipus Cobb-Douglas amb rendiments constants. O sigui:

$$Y = K^\alpha (AH)^{1-\alpha} \quad (i)$$

On A representa la tecnologia de l'increment del treball que creix a una taxa exògena, g. Com hem comentat el principal supòsit d'aquest model és el fet que els *agents econòmics acumulen capital humà al dedicar part del seu temps a l'aprenentatge de noves habilitats enlloc de treballar*. Suposem que τ representa la part del temps que una persona dedica al seu aprenentatge i L representa, com sempre, la quantitat total de treball emprat a l'activitat econòmica⁹³. Suposem, a més, que la formació de la força de treball no qualificada durant el temps t genera el treball capacitat H, d'acord amb:

$$H = e^{\psi \tau} L \quad (ii)$$

On ψ és una constant positiva. Segons aquesta expressió si $\tau=0$, aleshores $H=L$, de manera que si els agents econòmics no dediquen part del seu temps a formació tot el treball és no qualificat. En canvi si τ augmenta vol dir que una unitat de treball no qualificat incrementa les unitats efectives de treball qualificat H. Si prenem logaritmes i diferenciem l'expressió (ii) obtenim que la derivada parcial del treball qualificat en relació amb el temps és ψ . En termes matemàtics, $\delta \log H / \delta \tau = \psi$. Aquesta relació incremental ens diu que un petit augment de τ , és a dir del temps dedicat a la formació, incrementa H, el treball qualificat, en un percentatge ψ ⁹⁴.

despeses de la seva innovació "*punta*". De fet, el procés d'apropament o *catch-up tecnològic* seria un element important d'explicació de convergència en taxes de creixement, sobretot al grup de països amb estructura de base per a fer el seguiment.

92. Una altra contribució important, aquest cop des del punt de vista empíric, és la de Mankiw, Romer i Weil (1992) que quantifiquen les fonts del creixement econòmic per a un conjunt de països a partir d'un model, que com el de Lucas, permet l'acumulació de capital humà. Tot i això, els dos treballs difereixen en la interpretació del procés de generació d'aquest capital humà. Mentre que Mankiw, Romer i Weil presenten l'acumulació de capital humà en el mateix sentit que l'acumulació de capital físic, això és, renunciant a consum present ($H^* = s_h Y - \delta H$), Lucas suposa que els agents econòmics dediquen part del seu temps a acumular habilitats de manera "*molt pròxima als estudiants que van a classe*".

93. Si P representa la població total d'una economia, aleshores és fàcil veure que la quantitat d'input treball d'aquesta economia es determina mitjançant $L = (1-\tau)P$.

94. La proporcionalitat dels efectes del temps dedicat a la formació sobre el treball qualificat en el model de Lucas, deriven del fet que l'expressió que les relaciona (expressió ii) incorpora la funció exponencial. Aquesta forma funcional obeeix al fet que, tal i com es desprèn de la literatura sobre economia del treball, un any addicional d'estudis genera un increment –que és percentual– en el salari per persona al voltant del 10%.

D'altra banda, l'acumulació de capital físic segueix les pautes del model exogen que ja

$$\dot{K} = s_k Y - \delta K$$

coneixem:

Amb l'única particularitat que el coeficient de la inversió correspon al capital físic. Per avançar en la solució del model expressem la funció de producció en termes per càpita, és a dir, ponderem pel treball, L:

$$y = k^\alpha (Ah)^{1-\alpha} \quad \text{i} \quad h = e^{w\tau} \quad (iii)$$

Només ens resta determinar com decideixen els agents econòmics quant temps dediquen a acumular habilitats i quan temps dediquen al treball. En aquest model inicial, Lucas suposa que τ és constant i exògena, de la mateixa manera que el model suposa que s'estalvia i s'inverteix una part constant de la renda nacional. D'aquesta manera, el fet que h sigui constant implica que la funció de producció per treballador és molt similar a la desenvolupada en el model exogen. En concret, al llarg de la trajectòria de creixement equilibrat, y i k creixeran a una taxa constant g , que és la taxa de progrés tecnològic. De fet, com que h és constant, podem trobar, igual que al model exogen amb presència de progrés tecnològic, una *variable d'estat* que sigui constant al llarg de la trajectòria de creixement equilibrat. Així, si dividim la funció de producció per treballador per la variable Ah , arribem a la mateixa equació que el model exogen⁹⁵:

$$\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha$$

D'aquesta manera, ja podem trobar la trajectòria d'equilibri del nostre model, a partir de la transformació i combinació de l'equació d'acumulació de capital:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s_k \tilde{k}^{\alpha-1} - (\delta + n + g) \quad (iv)$$

Que ens determina els valors per a l'estat estacionari de \tilde{k} i \tilde{y} :

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = 0 \Rightarrow s_k \tilde{k}^{\alpha-1} = \delta + n + g \Rightarrow \tilde{k} = \left(\frac{s_k}{\delta + g + n} \right)^{1/(1-\alpha)} \quad \text{i} \quad \tilde{y} = \left(\frac{s_k}{\delta + g + n} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Finalment, només ens resta rescriure la producció per càpita, que a l'equació anterior

95. De fet, una vegada expressada la funció de producció en termes intensius i tenint en compte que $\tilde{k} = K/Ah$, una senzilla operació ens porta a aquesta expressió.

està ponderada per la tecnologia i pel treball qualificat respecte al total, de manera que obtenim la renda per treballador d'equilibri, on s'hi denoten les variables que es mouen amb el temps:

$$y^*(t) = \left(\frac{s_k}{n + g + \delta} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} hA(t) \quad (v)$$

En conclusió, aquest model ens diu que el nivell de la renda per càpita depèn positivament de la inversió en capital físic, de l'acumulació de capital humà i del nivell tecnològic, així com dels baixos nivells de creixement de la població i de la taxa de depreciació. D'altra part, és remarcable el fet que a l'estat estacionari la producció per càpita creix a la taxa de progrés tecnològic, g , mentre que, la introducció del capital humà, tal i com s'ha fet no canvia les característiques bàsiques del model.

Una extensió important del model que acabem de veure és l'iniciat per Uzawa (1965) i desenvolupat pel propi Lucas (1988) en el qual es planteja un sistema de dos sectors amb creixement econòmic endogen⁹⁶. Un dels sectors, el de la producció final s'obté mitjançant la combinació de capital físic i humà. Aquest producte final pot ser consumit o bé transformat en capital físic i s'expressa:

$$\dot{K} = A K_Y^\alpha H_Y^{1-\alpha} - C - \delta_K K \quad (vi)$$

On K_Y i H_Y són les quantitats de capital físic i humà utilitzades en la producció del bé final Y . A l'altre sector, la producció i acumulació de capital humà es fa *ex ante* i a partir de capital físic i humà, amb una tecnologia diferent de l'emprada en l'obtenció del producte final:

$$\dot{H} = B K_H^\eta H_H^{1-\eta} - \delta_H H \quad (vii)$$

On K_H i H_H són les quantitats de capital físic i humà utilitzades en la producció de capital humà. Una característica important d'aquest model és el fet que, a diferència de la tecnologia, el capital humà és un bé rival, és a dir, que no pot ser utilitzat simultàniament en la producció de béns finals i en el sector de l'educació. En altres mots, els factors H_Y i H_H són diferents i, a més, sumats determinen l'estoc total de capital humà H . En aquest sentit, definim la variable (u) com la part del capital humà utilitzada en la producció de béns finals ($H_Y = uH$), mentre que $(1-u)$ serà la fracció de capital humà utilitzada en el procés educatiu ($H_H = (1-u)H$).

96. Aquest plantejament surt de la necessitat d'especificar un model que trenqui amb l'impossibilitat econòmica de transformar automàticament capital físic en capital humà i viceversa. Aquesta possibilitat de transformació automàtica –i, només matemàtica– arrenca d'un model del tipus AK ($Y=BK^\alpha H^{1-\alpha}$) on el capital físic i l'humà s'acumulen traient recursos del consum segons la relació $\dot{K} + \dot{H} = BK^\alpha H^{1-\alpha} - C - \delta_K K - \delta_H H$, de manera que són substituïtius perfectes. Seguint, a més, la teoria de la distribució segons la productivitat marginal arribem l'expressió $\alpha Y/K = (1-\alpha)Y/H$, la qual ens proporciona una relació lineal entre K i H : $K/H = \alpha/(1-\alpha)$.

De fet, el model té en compte el fet que el *procés d'educació és més intensiu en capital humà* que el procés de producció de béns finals, ja que el principal input en la producció educativa és el temps invertit pel propi capital humà (els estudiants). En termes del nostre model, això significa que $\alpha > \eta$ i, encara més, si es considera que *l'únic input en la producció de capital humà és el propi capital humà*, aleshores $\alpha > \eta = 0$. Donat que el capital físic només s'utilitza en la producció de béns finals, s'ha de donar el fet $K = K_Y$, ja que hem suposat que $K_H = 0$. Utilitzant totes aquestes suposicions podem escriure (vi) i (vii) com:

$$\dot{K} = AK^\alpha (uH)^{1-\alpha} - C - \delta_K K \quad \text{i} \quad \dot{H} = B(1-u)H - \delta_H H \quad (\text{viii})$$

Per últim, ja estem en disposició d'expressar aquestes funcions d'acumulació en termes per càpita⁹⁷, on k és l'estoc de capital físic per persona i h és l'estoc de capital humà per persona:

$$\dot{k} = Ak^\alpha (uh)^{1-\alpha} - c - (\delta_K + n)k \quad \text{i} \quad \dot{h} = B(1-u)h - (\delta_H + n)h \quad (\text{ix})$$

Una vegada descrites les funcions d'acumulació del capital físic i humà per càpita, ens queda plantejar la funció d'utilitat intertemporal, que segueix els esquemes neoclàssics⁹⁸. En concret, els individus trien la trajectòria temporal del consum, c , i la fracció de temps que dediquen a cadascun dels sectors plantejats – el de béns finals (u) i l'educatiu ($1-u$) –, amb l'objectiu de maximitzar la funció d'utilitat intertemporal subjecte a les restriccions plantejades a l'expressió (ix), on ρ és una constant que representa la taxa de descompte, n és el creixement de la població i l'expressió de dins el parèntesi representa una funció d'utilitat d'elasticitat intertemporal constant:

$$U(0) = \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \left(\frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \right) dt \quad (\text{x})$$

Per plantejar aquest programa d'optimització cal tenir en compte que els individus prenen com a donats els valors dels estocs inicials de k_0 i h_0 , que suposen positius. De cara a la solució matemàtica d'aquest sistema dinàmic hem de tenir en compte que hi ha dues restriccions dinàmiques corresponents a les equacions d'acumulació del capital físic i humà per càpita (les dues variables d'estat) i dues variables de control, el consum per càpita, c , i la fracció de temps, u , que els individus dediquen als dos sectors productius. De fet, per a la

97. Dividim les equacions de l'expressió (viii) per L . Llavors definim l'estoc de capital humà per càpita com $h \equiv H/L$ i diferenciem respecte al temps: $\dot{h} = H^*L - L^*H/L^2 = H^*/L - nh$. Finalment, utilitzant la definició del capital físic per càpita repetim l'argument anterior: $k^* = K^*L - L^*K/K^2 = K^*/L - nk$.

98. *El model d'equilibri general neoclàssic* elaborat per Ramsey (1928) i desenvolupat per Cass (1965) i Koopmans (1965) parteix del fet que les famílies poden optimitzar la trajectòria del seu consum, tenint en compte que a l'economia hi ha tres sectors famílies, empreses i sector públic que interaccionen a través dels mercats de béns i serveis, de treball i financer. Amb totes aquestes premisses es desenvolupa un model agregat on la funció objectiu és la suma de totes les funcions instantànies d'utilitat descomptades a la taxa ρ amb horitzó infinit.

construcció del hamiltonià⁹⁹ hem de plantejar dos preus implícits, de manera que ens enfrontem a un programa del tipus:

$$H(\cdot) = e^{-(\rho-n)t} \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} + v_t [Ak^\alpha (uh)^{1-\alpha} - c - (\delta_K + n)k] + \lambda_t [B(1-u)h - (\delta_H + n)h]$$

Essent v i λ els preus implícits o preus ombra de la inversió en capital físic i humà, respectivament. Les condicions de primer ordre d'aquest sistema són¹⁰⁰:

$$H_c = 0 \Leftrightarrow e^{-(\rho-n)t} c^{-\theta} = v \quad (xi)$$

$$H_u = 0 \Leftrightarrow vAk^\alpha (1-\alpha)u^{-\alpha} h^{1-\alpha} = \lambda Bh \quad (xii)$$

$$H_k = -\dot{v} \Leftrightarrow v(A\alpha k^{\alpha-1} (uh)^{1-\alpha} - (\delta_K + n)) = -\dot{v} \quad (xiii)$$

$$H_h = -\dot{\lambda} \Leftrightarrow v(Ak^\alpha u^{1-\alpha} (1-\alpha)h^{-\alpha} + \lambda(B(1-u) - (\delta_H + n))) = -\dot{\lambda} \quad (xiv)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_t k_t = 0 \quad \text{i} \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_t h_t = 0 \quad (xv)$$

Amb l'objectiu de simplificar l'àlgebra del sistema es suposa que les taxes de depreciació d'ambdós tipus de capital són idèntiques. És a dir, $\delta_K = \delta_H = \delta$. Avancem en la resolució del model. Ara podem obtenir l'equació dinàmica del consum prenent logaritmes i diferenciant l'expressió (xi)¹⁰¹:

$$\frac{\dot{c}}{c} \equiv \gamma_c = \frac{1}{\theta} \left(\frac{-\dot{v}}{v} - (\rho - n) \right) \quad (xvi)$$

Si ara fem l'expressió (xiii) obtenim la taxa de creixement del consum en funció de les variables del model. O sigui:

$$\frac{\dot{c}}{c} \equiv \gamma_c = \frac{1}{\theta} [A\alpha k^{\alpha-1} (uh)^{1-\alpha} - (\delta + \rho)] \quad (xvii)$$

99. Vegeu l'annex 2.4. per una descripció detallada de la solució matemàtica dels sistemes d'optimització dinàmica, a través dels hamiltonians.

100. Al haver-hi dues variables de control i dues variables d'estat, les condicions de primer ordre són: les expressions (xi) i (xii) que fan referència a la derivada de $H(\cdot)$ respecte cada variable de control igualada a zero; les expressions (xiii) i (xiv) que fan referència a la derivada de $H(\cdot)$ respecte cada variable d'estat igualada al negatiu del preu implícit i, finalment, una darrera expressió (xv) que fa referència a la condició de transversalitat.

Aquesta expressió és similar a la que s'obté en el model neoclàssic de creixement en el sentit que la *taxa de creixement del consum depèn del producte marginal de capital*¹⁰². Tot i això, aquest producte marginal *no depèn exclusivament de l'estoc capital físic per càpita, sinó que també del capital humà i de la fracció que s'utilitza d'aquest en la producció de béns finals*. Per a solucionar el model a l'estat estacionari, hem de recordar que en aquest estat totes les variables creixen a un ritme constant, per bé que desconeixem la taxa de creixement equilibrat de c , k i h . Tot i això, el que si sabem és que la taxa de creixement d' u ha d'ésser zero, ja que, tal i com hem definit aquesta variable, sempre està acotada entre 0 i 1, per la qual cosa el seu creixement a l'estat estacionari el podem definir com una constant, u^* . Per tant, si posem totes les variables constants de l'equació (xvii) al costat esquerre, tenim que:

$$\frac{\theta \gamma_c^* + \delta + \rho}{A \alpha (u^*)^{1-\alpha}} = k^{\alpha-1} h^{1-\alpha}$$

Si agafem aquesta expressió i traiem logaritmes de les variables no constants obtenim que $(\alpha-1) \log k_t + (1-\alpha) \log h_t = 0$. Si ara diferenciem respecte al temps tenim que $(\alpha-1) \gamma_k^* + (1-\alpha) \gamma_h^* = 0$, fet que determina que les taxes de creixement a l'estat estacionari del capital físic i humà siguin idèntiques:

$$\gamma_k^* = \gamma_h^* \tag{xviii}$$

Aquesta igualtat de creixement a l'estat estacionari ens determina una altra relació important: la proporció entre el capital humà i el físic $(h/k)^*$ també serà constant. Això ens permet anar per l'equació d'acumulació del capital físic (la primera equació de l'expressió ix), que si l'escrivim en termes per càpita tenim:

$$\frac{\dot{k}}{k} \equiv \gamma_k = \left[Ak^{\alpha-1} (uh)^{1-\alpha} - \frac{c}{k} - (\delta + n) \right]$$

Si, com hem fet abans, posem tots els termes constants, aquest cop al costat dret de l'equació i els altres termes – no constants – al costat esquerre, tenim que, la fracció c/k és constant:

$$\frac{c}{k} = A(u^*)^{1-\alpha} \left[(h/k)^* \right]^{1-\alpha} - (\delta + n) - \gamma_k^*$$

Per tant, acabem de veure que si c/k és constant les taxes de creixement de les dues variables han d'ésser iguals, a la qual cosa li afegim l'expressió (xviii) i tenim que:

101. Si prenem logaritmes de l'expressió (xi) obtenim: $-(\rho-n)t - \theta \log(c_t) = \log(v_t)$. Si ara diferenciem respecte al temps arribem a l'expressió: $-(\rho-n) - \theta (c^*/c) = v^*/v$.

102. De fet, la trajectòria dinàmica d'equilibri del consum al model neoclàssic de Ramsey-Cass-Koopmans és $\gamma_c = c^*/c = 1/\theta [\alpha Ak^{(1-\alpha)} - \rho - \delta]$, on l'expressió $\alpha Ak^{(1-\alpha)}$ és el producte marginal del capital per càpita.

$$\gamma^*_k = \gamma^*_h = \gamma^*_c \quad (xix)$$

Per últim, si prenem logaritmes de la funció de producció de béns finals per càpita, de manera que obtenim $\log(y) = \alpha \log(k) + (1-\alpha) \log(u) + (1-\alpha) \log(h)$ i derivem respecte al temps, obtenim la taxa de creixement de l'output final que ve determinada per $\gamma_y = \alpha \gamma_k + (1-\alpha) \gamma_u + (1-\alpha) \gamma_h$. Hem vist que a l'estat estacionari $\gamma^*_u = 0$ i que $\gamma^*_k = \gamma^*_h$, de manera que la producció per càpita també creix al mateix ritme que el capital humà, per la qual cosa podem tornar a expressar (xix) com:

$$\gamma^*_k = \gamma^*_h = \gamma^*_c = \gamma^*_y \quad (xx)$$

En conclusió, acabem de veure amb que d'ara en endavant i *per a solucionar el model només necessitem trobar una única taxa de creixement*, ja sigui la del consum, la del capital físic o humà o la de la producció de béns finals. De fet, *totes són iguals*.

Avancem un pas més. Prenem l'expressió (xii), multipliquem-la a ambdós costats per u i rescrivim-la:

$$vAk^\alpha (1-\alpha)u^{1-\alpha}h^{-\alpha} = \lambda Bu \quad (xxi)$$

Com que sabem que a l'estat estacionari els valors de u^* i de $(k/h)^*$ són constants tots els termes de l'expressió anterior són constants amb l'excepció dels dos preus implícits, v i λ . Repetint el procés habitual; és a dir prenen logaritmes i derivades de l'expressió anterior arribem a:

$$\gamma^*_v = \gamma^*_\lambda \quad (xxii)$$

Finalment, és fàcil veure que el terme de l'esquerra de la igualtat (xxi) és idèntic al primer sumant de (xiv), de manera que si substituïm el primer dins del segon tenim:

$$\lambda Bu^* + \lambda[B(1-u^*) - (\delta+n)] = \lambda^* \quad (xxiii)$$

Que operant i rescrivint la taxa de creixement del preu implícit λ a l'estat estacionari es transforma en:

$$\left(\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \right)^* \equiv -\gamma^*_\lambda = B - \delta - n \quad (xxiv)$$

Però, com que segons l'expressió (xxii) els dos preus implícits creixen al mateix ritme i com que segons l'expressió (xvi) la taxa de creixement del consum depèn de la taxa v^*/v ($=\lambda^*/\lambda$) ja estem en condicions d'obtenir la taxa de creixement a l'estat estacionari del consum per càpita i, per tant, del capital físic i humà per càpita i de la producció per càpita. En

concret, l'equilibri d'aquest sistema dinàmic ve determinat per l'expressió:

$$\gamma_c^* = \gamma_y^* = \gamma_k^* = \gamma_h^* = \frac{1}{\theta}(B - \delta - n) \quad (xxv)$$

És a dir, la taxa de creixement a llarg termini torna a semblar-se a la del model neoclàssic¹⁰³, tot i que el paràmetre de productivitat rellevant ja no es determina pel sector de béns finals, sinó que *el fonament de la productivitat que afecta al creixement econòmic a llarg termini és el paràmetre del sector educatiu, B*. La raó d'aquest fet l'hem de buscar en el supòsit que el sector educatiu no utilitza capital físic ($\eta=0$). De fet, aquesta consideració ens porta cap una funció de producció d'educació que és lineal respecte el capital humà¹⁰⁴, cosa que determina l'equilibri final. Tot i que aquest model és útil per veure la importància de l'educació, això no vol dir que tots els esforços s'hagin de dirigir cap el foment de la tecnologia educativa (B), oblidant-nos completament de la tecnologia de la producció (A). *Un model més general, com el de Mulligan i Sala-i-Martin (1993), en el qual tots dos sectors – el de béns finals i l'educatiu- utilitzen tant el capital físic com l'humà assenyala que els determinants de la productivitat per al creixement econòmic a llarg termini són les participacions en la producció dels dos tipus de capital; és a dir, α i η , amb la qual cosa es fa necessari el foment dels dos tipus de tecnologia, A i B.*

D'altra banda, pot ser útil saber la participació del capital humà sobre la producció del sector de béns i serveis finals. Per trobar-la dividim per h la restricció relativa al capital humà per càpita (part dreta de l'expressió ix) i aïllem u^* , de manera que¹⁰⁵:

$$u^* = 1 - \frac{\gamma_c^* + (\delta + n)}{B} \quad (xxvi)$$

Una vegada identificat l'estat estacionari d'aquest model¹⁰⁶, un últim comentari en relació amb la seva dinàmica de transició. A diferència del model AK on l'economia sempre està a l'estat estacionari, en aquest model es pot plantejar un període de transició cap l'equilibri estacionari. Tot i que Caballé i Santos (1993) van demostrar matemàticament que, en absència d'externalitats, el model presenta una trajectòria estable cap un *punt de sella*¹⁰⁷, no s'han pogut donar explicacions completes – que tinguin en compte tots els paràmetres - de la seva dinàmica.

103. De fet, la taxa de creixement del consum, la producció i el capital per càpita al model neoclàssic simple amb tecnologia AK és $\gamma^*=1/\theta(A-\rho-\delta)$. Per una derivació d'aquest resultat vegeu l'annex 2.4.

104. Aquest supòsit és similar al que fan els models neoclàssics AK, tot i que per ser concrets hauríem de dir BH. És a dir, Lucas suposa la linealitat de la funció de producció de capital humà per càpita.

105. Si s'apliquen als paràmetres les restriccions habituals; $0 < u^* < 1$ i $\gamma_c^* > 0$ ens enfrontem al problema que la utilitat pugui ser infinita. Per aquest motiu s'ha d'acotar el seu valor, cosa que significa que $\rho - n > (1 - \theta)\gamma_c^*$.

106. És important destacar que aquest model no incorpora el problema d'optimització del planificador, ja que no es consideren fallades del mercat, com externalitats o competència imperfecta.

107. Es refereix a aquella trajectòria que porta cap a l'estat estacionari.

2.4.3.2. Un model endogen combinat: rendiments creixents i catch-up tecnològic

A partir del desenvolupament anterior i de la consideració dels rendiments creixents De la Fuente (1995b) proposa un model¹⁰⁸ on la taxa de progrés tecnològic d'un país és funció creixent de la seva inversió en I+D i del seu nivell d'endarreriment tecnològic. Els altres paràmetres del model són els mateixos que hem analitzat a l'apartat corresponent als rendiments creixents. D'aquesta manera, la funció de producció per càpita és de la forma:

$$\tilde{y} = A\tilde{k}^{\alpha+\mu}$$

On, μ reflecteix els efectes de l'externalitat de la tecnologia sobre el capital i l'acumulació del capital per unitat de treball eficient, també té la forma coneguda:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s\tilde{k}^{\alpha+\mu-1} - (\delta + n + g_A)$$

Amb δ que mesura la taxa de depreciació i n la taxa constant de creixement de la població. L'única novetat d'aquest model és el fet que la taxa de creixement del progrés tecnològic, g_A , ja no és exògena. De fet, el supòsit del model és que g_A és una funció creixent de la fracció del PIB que s'inverteix en I+D (θ) i de les oportunitats d'apropament tecnològic – catch-up-, mesurades a través de la diferència logarítmica ($b = \ln X/A$) entre l'índex de productivitat propi, A , i el corresponent a la "frontera tecnològica", que anomenarem X . En termes matemàtics:

$$g_A = \gamma\theta + \varepsilon b \quad (i)$$

On γ és un paràmetre que mesura la productivitat de la inversió en I+D i ε és un paràmetre que mesura la velocitat a la qual es difonen les noves tecnologies entre els països. Suposarem, a més, que la "frontera tecnològica", és a dir, la tecnologia més avançada, varia a una taxa constant g_x , que, tot i ser exògena des del punt de vista dels països, es pot considerar endògena si es llegeix com una funció de la inversió en I+D mitjana al món. Per veure la dinàmica del sistema cal anar per parts. De fet, cal analitzar la trajectòria de l'acumulació de capital i del progrés tecnològic i els seus efectes sobre la renda de dos països, que anomenarem "líder" i "seguidor".

Pel que fa a la trajectòria de l'acumulació del capital per càpita eficient, els resultats són els mateixos que hem vist a l'apartat anterior. És a dir, si la tecnologia mostra rendiments creixents del capital, resultat d'una externalitat significativa ($\alpha+\mu>1$), aleshores la rendibilitat

108. Aquest model és similar al proposat per Dowrick i Nguyen (1989), a partir del qual van aproximar la importància del progrés tecnològic en el creixement –i llur convergència- dels països de l'OCDE en el període 1950-1985.

de la inversió augmenta amb l'estoc de capital, generant un estat estacionari inestable que es manifesta amb una tendència a l'acceleració del creixement (i, per tant, la divergència dels nivells de renda per càpita dels països). En canvi, si l'externalitat sobre el capital és menys considerable ($\alpha + \mu < 1$), aleshores el producte marginal de capital cau amb l'acumulació, tot generant un estat estacionari estable que es manifesta amb un creixement equilibrat a llarg termini (i una tendència convergent dels països que tenen la mateixa tecnologia).

De la mateixa manera, la trajectòria del progrés tecnològic també pot presentar dos perfils clarament diferenciats. Si no hi ha difusió internacional de la tecnologia; és a dir $\varepsilon = 0$, el país que més inverteixi amb I+D presentarà una taxa de creixement de la productivitat més elevada. En canvi, si hi ha un efecte de difusió, aleshores hi intervenen els dos elements; és a dir la inversió en I+D i la pròpia difusió internacional de la tecnologia.

En aquest cas és una qüestió de velocitat d'adaptació i de productivitat de la innovació que s'estabilitzaran quan l'avantatge obtinguda a través de la imitació compensi el menor nivell d'inversió tecnològica del seguidor. Vegem-ho més formalment, a través de dos països, l (el país líder) i s (el país seguidor), dels quals definim la distància tecnològica entre ells com:

$$b_{ls} = a_l - a_s = b_s - b_l \quad (ii)$$

On b_l i b_s mesuren la distància tecnològica entre cada un dels països i la frontera, és a dir la distància de cadascun dels països amb la tecnologia més avançada. Aleshores, la trajectòria temporal de l'endarreriment tecnològic relatiu s'expressa¹⁰⁹:

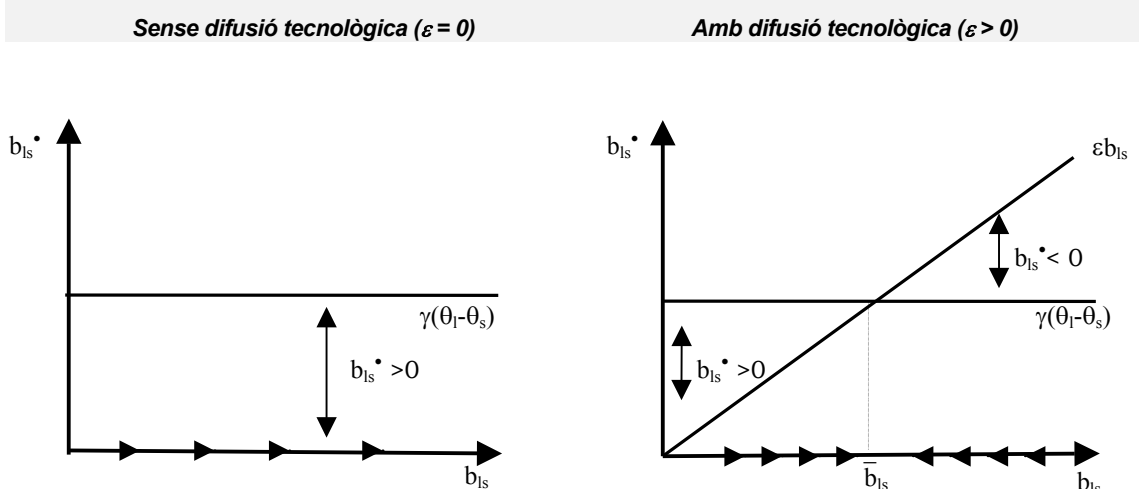
$$b_{ls}^* = a_l^* - a_s^* = \gamma(\theta_l - \theta_s) + \varepsilon(b_l - b_s) = \gamma(\theta_l - \theta_s) - \varepsilon b_{ls} \quad (iii)$$

A la figura 2.10 es presenta la dinàmica de l'endarreriment tecnològic sota dos supòsits relatius al valor d' ε . Quan no hi ha difusió internacional de la tecnologia; això és quan $\varepsilon = 0$, el país *líder*, l, que inverteix, per definició, més en I+D sempre presenta una taxa de creixement de la productivitat més elevada. D'aquesta manera, la divergència entre el país *líder* i el *seguidor* augmenta ininterrompudament, definint un sistema inestable. De fet, a la part esquerra de la figura es veu que, quan $\varepsilon = 0$, b_{ls}^* sempre és positiu i b_{ls} tendeix a infinit. En canvi, quan $\varepsilon > 0$, la línia εb_{ls} té pendent positiva, que talla la recta horitzontal $\gamma(\theta_l - \theta_s)$ en un valor que anomenem \bar{b}_{ls} .

D'aquesta manera, i com es veu a la part dreta de la figura 2.10, sota la hipòtesi d' $\varepsilon > 0$, el sistema és estable; és a dir, b_{ls}^* és positiu (la distància tecnològica augmenta amb el temps) quan b_{ls} és més petit que el seu estat estacionari, \bar{b}_{ls} . De la mateixa manera, b_{ls}^* és negatiu (la distància tecnològica disminueix amb el temps) quan b_{ls} és més gran que el seu estat estacionari, \bar{b}_{ls} .

109. Aquestes relacions s'obtenen a partir de l'equació (i).

Figura 2.10. El catch-up (apropament) tecnològic entre el líder i el seguidor



Acabem de veure que, quan hi ha difusió internacional de la tecnologia, l'endarreriment tecnològic es determina en un sistema estable que convergeix cap un valor finit, \bar{b}_{ls} , denotat per:

$$b_{ls}^* = 0 \Rightarrow \bar{b}_{ls} = \frac{\gamma(\theta_l - \theta_s)}{\varepsilon} \quad (iv)$$

En conclusió, podem afirmar que *a llarg termini la relació entre el progrés tecnològic de dos països o, més ben dit, el quocient entre els índexs de productivitat total dels factors dels dos països convergeix cap un valor constant que és directament proporcional a la diferència entre els seus coeficients d'inversió en I+D i inversament proporcional a la velocitat del procés de catch-up tecnològic*. Finalment, només ens resta combinar les quatre possibilitats que hem treballat, de les quals podem distingir, en funció de l'estabilitat del sistema que en resulta, dues tipologies de models, que ens determinen una opció de divergència i una altra de convergència. En primer lloc, *quan la tecnologia presenta rendiments creixents del capital ($\alpha + \mu > 1$) o quan no hi ha un procés de difusió internacional de la tecnologia ($\varepsilon = 0$) aleshores el model és inestable* i les trajectòries de creixement dels dos països tendeixen a divergir. En canvi, *si el capital presenta rendiments decreixents i hi ha difusió tecnològica ($\alpha + \mu < 1$ i $\varepsilon > 0$), el model és estable* i dos els països tendeixen a convergir. De fet, si considerem que en el límit les taxes de progrés tecnològic dels dos països (el líder i el seguidor) s'igualen a la taxa de progrés tecnològic a nivell mundial, g_x , el quocient de les rendes per càpita convergeix a un valor positiu, determinat per l'expressió logàrmica següent¹¹⁰:

$$(\bar{y}_l - \bar{y}_s)^* = \frac{\gamma(\theta_l - \theta_s)}{\varepsilon} + \frac{\alpha + \mu}{1 - \alpha - \mu} \ln \left(\frac{s_l(n_s + g_x + \delta)}{s_s(m + g_x + \delta)} \right) \quad (v)$$

110. Resultat de la combinació, per al país líder i el seguidor de l'equació (iii) d'aquest apartat i de l'equació (v) de l'apartat anterior.

En conseqüència, *l'equilibri a llarg termini de les rendes per càpita dels dos països tractats està en funció de les diferències en els coeficients d'inversió en capital físic i tecnològic, així com de la velocitat del procés de difusió tecnològica*. Tanmateix, encara que les rendes per càpita presentin una trajectòria convergent cap un valor finit, *això no vol dir que aquesta trajectòria no sigui compatible amb la persistència de diferencials de creixement*, resultants de comportaments inversors diferents. Dit d'una altra manera, la convergència estable entre els dos països només s'assoliria amb igualtat d'inversió en capital físic i tecnològic així com amb les mateixes condicions de velocitat del procés de propagació tecnològica.

2.4.4. L'economia de les idees: el model de Romer

Una extensió important del model de I+D que hem vist a l'apartat anterior és la de Paul Romer, que al 1990 va publicar un influent article, on s'estenia al conjunt de l'economia la visió del progrés tecnològic endogen. Aquest model té dos punts de partida. El primer és la *consideració de la tecnologia com un bé no rival*, és a dir, *com un bé que pot ser utilitzat per molta gent al mateix temps*. A més, en un esquema que ja s'ha fet clàssic, Romer distingeix entre el concepte de rivalitat i el concepte de *capacitat d'exclusió*, o sigui, la capacitat d'evitar que algú utilitzi un determinat producte. Si es pot evitar aleshores és diu que el bé és "excloïble", mentre que si no es pot evitar es diu que el bé és "no excloïble". D'aquesta manera, i a diferència dels béns tradicionals es defineixen *les idees com béns no rivals i amb diferents graus d'exclusió*.

Quadre 2.4. Atribucions econòmiques d'alguns béns

	Rivals	No rivals
Alta exclusió	Galetes Patates xips Cotxes	Imatges de TV per cable
Exclusió mitjana	Llibres de text	Aplicacions de Software
Baixa exclusió	Animals del bosc Peixos del mar	Defensa nacional Càlcul matemàtic

Font: Reproduït de Romer (1993)

El segon punt de partida és la consideració que els *béns no rivals només s'han produir una vegada*¹¹¹. Aquest fet, com destaca l'anàlisi microeconòmica, determina una altra diferència fonamental respecte als béns rivals: la *presència d'un cost fix molt elevat*. Amb aquests costos fixos tant elevats, cosa que determina que els costos mitjans sempre siguin superiors als costos marginals, i en una situació de competència perfecta, on el preu s'igualava al cost marginal, l'empresa competitiva incorrerà en pèrdues si vol produir tecnologia. D'aquesta manera, els béns tecnològics tendiran a ser produïts per empreses que disposin d'un cert poder de mercat, que els hi permeti rendibilitzar la forta inversió inicial en I+D.

111. Pensem per exemple en una fórmula matemàtica, un programa informàtic o la mateixa Internet.

Amb la combinació d'una visió de la tecnologia de bé no rival i de rendiments creixents amb les hipòtesis de competència imperfecta, Romer planteja un model amb *tres tipus d'agents econòmics*¹¹². En primer lloc, hi ha els *productors de béns finals*, que utilitzen una tecnologia que incorpora treball i un conjunt de béns intermedis que han d'adquirir a les empreses que els han desenvolupat. En segon lloc, hi ha els *inventors dels béns de capital*, que inverteixen una quantitat en I+D per a crear nous productes, que un cop desenvolupats, tenen una patent que els hi garanteix l'explotació de la seva propietat intel·lectual. Finalment, hi ha els *consumidors* que trien la quantitat a consumir i a estalviar per maximitzar una funció d'utilitat intertemporal.

Els productors de béns finals s'enfronten a una funció de producció agregada de la forma:

$$Y = A K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (i)$$

On A, és un paràmetre que mesura l'eficiència de l'empresa, L_t és el treball i K_t és un compost de béns intermedis agregats segons la forma:

$$K_t = \left(\sum_{j=1}^{N_t} x_{jt}^\alpha \right)^{1/\alpha} \quad (ii)$$

On N_t és el nombre de béns inventats fins al moment t i x_{jt} és la quantitat del bé intermediari j que les empreses demanen i compren al moment t. Si substituïm l'expressió (ii) a la (i), tenim que:

$$Y_t = A L_t^{1-\alpha} \sum_{j=1}^{N_t} x_{jt}^\alpha \quad (iii)$$

És a dir, la producció de béns finals d'aquesta economia depèn del paràmetre d'eficiència, A, del treball, L_t i de la quantitat utilitzada, x_{jt} , de béns intermedis, N_t , inventats fins al moment t. Una propietat important d'aquesta funció és que presenta rendiments decreixents respecte a cada bé de capital, x_{jt} , tot i que presenta rendiments constants del capital en relació amb la quantitat total d'aquests béns. De fet, si suposem que a cada moment del temps la quantitat d'aquests béns de capital és la mateixa ($x_j = x$) per a totes les empreses, j, aleshores la funció de producció pot rescriure's com:

112. Hi ha dues maneres d'aproximar-se a l'endogeneïtzació dins de l'activitat econòmica de la tecnologia. Una primera família de models considera que el progrés tecnològic pren forma a través d'un augment del nombre de béns i serveis, tant de capital com de consum, dels quals disposa una economia. El model de Romer és d'aquesta família. Una segona aproximació consisteix en pensar que el progrés tecnològic pren forma a través de la millora de qualitat d'un número limitat de productes. Aquesta tipologia de models, que s'anomena *l'escala de la qualitat* es basa en la destrucció creativa –la guerra tecnològica entre líders i seguidors– definida per Schumpeter. Un resum acurat d'aquesta tipologia de models és el de Grossman i Helpman (1991). De fet, tant una família com l'altra basen la seva anàlisi en dues de les temàtiques centrals del pensament schumpeterià: la competència imperfecta i la destrucció creativa. Per aquest motiu, a aquestes famílies de models de creixement econòmic endogen se'ls hi sol posar l'etiqueta de *models schumpeterians*.

$$Y = A L_t^{1-\alpha} (N_t x_t)^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (iv)$$

A més, les empreses de béns finals compren el treball en un mercat competitiu i paguen cadascun dels béns intermedis a un preu p_{jt} . D'aquesta manera, el seu comportament es tradueix en escollir la quantitat de cadascun dels béns intermedis i del treball que utilitza per maximitzar el valor present de tots els ingressos futurs. O sigui:

$$\int_0^\infty e^{-rt} \left(A L_t^{1-\alpha} \sum_{j=1}^{N_t} x_{jt}^\alpha - w_t L_t - \sum_{j=1}^{N_t} p_{jt} x_{jt} \right) dt \quad (v)$$

De fet, com que aquest problema no incorpora elements intertemporals, el problema de l'empresa productora de béns finals es equivalent a la maximització de beneficis per a cada moment del temps, on a la producció se li resten el valor del treball i el valor dels béns intermedis utilitzats. D'aquesta manera, els condicions de primer ordre del problema imposen la igualtat entre el producte marginal del treball i el salari i la igualtat entre el producte marginal de x_{jt} i el seu preu:

$$w_t = A \left(\sum_{j=1}^{N_t} x_{jt}^\alpha \right) (1-\alpha) L_t^{-\alpha} \quad i \quad p_{jt} = A \alpha x_{jt}^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} \quad (vi)$$

Aquesta condició, pot es pot rescriure per presentar la demanda del bé x_{jt} com a funció del seu propi preu, així com dels paràmetres A , L i α . O sigui:

$$x_{jt}^d = A^{\frac{1}{1-\alpha}} \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} L_t^{\frac{1}{1-\alpha}} p_{jt}^{-\frac{1}{1-\alpha}} \quad (vii)$$

Pel que fa a les *empreses productores de béns de capital*, hem de suposar que existeix un sistema legal que garanteixi els drets de la propietat de la invenció, per a permetre l'explotació de la despesa en I+D feta inicialment. L'empresa productora de béns de capital s'enfronta a dues decisions importants. La primera si ha de participar o no en el joc de la creació de I+D. Per a prendre aquesta decisió haurà de comparar els costos i els beneficis de la innovació. La segona decisió fa referència al preu del bé de capital un cop inventat. Comencem per la determinació del preu a cobrar pels béns de capital. Per a determinar aquest preu l'empresa productora de l'invent maximitza el valor present de tots els beneficis futurs, on aquests són iguals a la quantitat produïda multiplicada pel seu preu de venda menys la quantitat produïda multiplicada pel cost marginal (CMg) de cada unitat, amb una funció de demanda que ve determinada per l'expressió (vii). O sigui, que el programa al moment s és:

$$\max_{p_{jt}} \int_s^\infty e^{-r(t-s)} \pi_{jt} dt = \max_{p_{jt}} \int_s^\infty e^{-r(t-s)} \left((p_{jt} - CMg) A^{\frac{1}{1-\alpha}} \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} L_t^{\frac{1}{1-\alpha}} p_{jt}^{-\frac{1}{1-\alpha}} \right) dt \quad (viii)$$

Si normalitzem i fem $CMg=1$ i tenim en compte que, igual que amb els empresaris de productes finals, el problema no té restriccions dinàmiques, les condicions de primer ordre requereixen que la derivada del benefici esperat respecte al preu s'iguali a zero. D'aquesta manera, obtenim:

$$A^{1-\alpha} \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} L p_{jt}^{-\frac{1}{1-\alpha}} + (p_{jt} - 1) A^{1-\alpha} \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} L \left(\frac{-1}{1-\alpha} \right) p_{jt}^{\frac{1}{1-\alpha}-1} = 0 \quad (ix)$$

Que si reagrupem termes, veiem com el preu de monopoli que maximitza beneficis ve determinat per:

$$p_{jt} = \frac{1}{\alpha} > 1 \quad \forall j, \forall t \quad (xi)$$

Donat que la demanda a la qual s'enfronta l'empresa productora de béns de capital té una elasticitat constant, el preu del monopoli és un “*markup*” constant sobre el producte marginal. De fet, el preu que hem trobat és superior al producte marginal (ja que $\alpha < 1$) i, encara més, aquest preu, és igual per tots els productes i durant tots els períodes. En altres mots, tots els productes inventats tenen el mateix preu, que és superior al cost marginal, de manera que els inventors recuperen el seu cost fix. Si ara substituïm aquest preu que hem trobat a la funció de demanda, representada a l'expressió (vii) tenim que:

$$x_{jt} = x = A^{1-\alpha} \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} L \left(\frac{1}{\alpha} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = A^{1-\alpha} L \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} \quad (xii)$$

De manera que la quantitat produïda de cadascun dels productes intermedis és la mateixa. De fet, es pot veure, com demostra Romer (1990), que la producció de béns finals de l'economia és proporcional a la producció agregada, de la mateixa manera que els beneficis obtinguts per les empreses en el temps són idèntics i constants en el temps. Si aquests beneficis són constants, el seu valor present descomptat és pot trobar fàcilment:

$$\int_s^{\infty} e^{-r(t-s)} \pi_{jt} dt = \int_s^{\infty} e^{-r(t-s)} \pi dt = \frac{\pi}{r} \quad (xiii)$$

En conclusió, una vegada inventat el producte, l'empresa productora de béns de capital sap que la patent que obtindrà generarà, en valor present, la quantitat de π/r .

Pel que fa a la decisió d'entrar o no en la producció de béns de capital, l'empresa ha de valorar les despeses de la invenció en relació amb els ingressos, dels quals ara ja sap el seu valor. Com que el procés d'investigació és molt incert, el model suposa que el cost de la investigació, representat per ϕ , s'ha d'igualar als beneficis, o sigui a π/r .

Finalment, ens resta el comportament dels consumidors, pel quals el model suposa un comportament estàndard, en el sentit, que maximitza una funció d'utilitat intertemporal subjecte a una restricció d'acumulació de renda. De fet, la taxa de creixement del consum resultant ja la coneixem:

$$\frac{\dot{c}}{c} \equiv \gamma_c = \frac{1}{\theta}(r - \rho) \quad (xiv)$$

Si substituïm r per π/ϕ a l'expressió (xiv) i utilitzem la igualtat (xii) per π , estem en disposició de trobar la taxa de creixement del consum. Igual que a la resta de models que hem vist, aquest creixement del consum s'igualava al creixement de N i de Y :

$$\gamma_y^* = \gamma_N^* = \gamma_c^* = \frac{1}{\theta} \left(\frac{1}{\phi} \frac{1-\alpha}{\alpha} A^{\frac{1}{1-\alpha}} \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} L - \rho \right) \quad (xv)$$

En definitiva, els trets característics d'aquest model són que el *creixement econòmic depèn, entre d'altres, inversament de la despesa de les activitats de I+D*, ϕ , així com *positivament del tamany de la població, L* ; és a dir, presenta un efecte d'escala¹¹³.

113. Igual que al model d'efectes d'escala, Romer demostra que la solució del planificador és més òptima que l'assolida pel mercat, cosa que dona marge a la política econòmica, en forma de subsidis a la investigació o subvencions a les compres de béns intermedis, per tal de fomentar el creixement econòmic.

3. La incorporació del coneixement a l'activitat econòmica

‘Les TIC són el darrer exemple de com una tecnologia transforma l'activitat a través del conjunt de l'economia, tal i com la màquina de vapor, el ferrocarril o l'electricitat ho van fer en el passat. Efectivament, les TIC han presentat un conjunt d'impactes econòmics importants. Han contribuït al creixement econòmic d'alguns països de l'OCDE els darrers cinc anys. Més significativament, han aportat nous elements de competència i han estat les catalitzadores del canvi en l'activitat empresarial. Són les responsables parcials dels canvis organitzatius, dels canvis en el treball i de la reorganització de les transaccions empresarials’. (OCDE (2001b). “ICT and Growth” a *Science, Technology and Industry Outlook 2001*, pàg. 21).

El següent estadi de la nostra investigació, una vegada desenvolupats els aspectes conceptuals i empírics de l'economia del coneixement i analitzat l'instrument econòmic bàsic per al seu estudi: les teories econòmiques sobre el creixement econòmic amb presència de progrés tecnològic, passa, necessàriament, per la *parametrització d'una funció de producció de coneixement*. Efectivament, com assenyalàvem més amunt, una de les condicions per evidenciar l'existència d'un nou paradigma tecnoeconòmic, que tindria en les tecnologies digitals el seu fonament, és la demostració d'un nou esquema en la producció de coneixement. De fet, ja hem vist com l'aplicació econòmica del saber es pot plantejar com una activitat productiva, tot i que amb característiques diferents, en funció de la seva facilitat de reproducció. Així, si volem ésser consistents amb les propietats econòmiques dels quatre tipus de saber que s'incorporen a l'esfera productiva, haurem de plantejar una funció de producció de coneixement que contempli la producció de mercaderies coneixement observable i coneixement tàcit. Una vegada haguem presentat un model empíric que evidenciarà la presència de nous esquemes en la producció de coneixement, concretament veurem com a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta els efectes sinèrgics del coneixement observable s'han multiplicat significativament, serà el moment d'endinsar-nos en la darrera fase d'aquest treball d'investigació: *la incorporació del coneixement al conjunt de l'activitat econòmica*, concretament estudiarem com el coneixement s'ha vinculat amb la producció agregada d'algunes economies. De fet, la incorporació d'aquest nou recurs productiu als esquemes de producció agregats ens permetrà evidenciar com el coneixement està al darrere dels avenços sostinguts del creixement i de la productivitat del conjunt del sistema econòmic.

3.1. Un model empíric de la producció de coneixement

‘La tesi bàsica que hi ha al darrera de l'emergència d'una economia basada en el coneixement és que durant els darrers anys hi ha hagut una combinació única d'iniciatives de mercat que han comportat un extraordinari progrés tecnològic a àrees com la informàtica, la biotecnologia, les telecomunicacions i els transports (per citar-ne algunes) i que han iniciat un conjunt de canvis dramàtics en la manera que les economies, les institucions i els governs desenvoluparan les seves funcions en el futur’. (Dale Neef (1998). “The Knowledge Economy: An Introduction”, a *The Knowledge Economy*, pàg. 2).

Deixant a una banda les aportacions dels economistes clàssics i dels pensadors socials¹,

1. Dos pensadors socials comparteixen el mèrit de la primera visió moderna de la societat del coneixement. Es tracta de Daniel Bell (1973) i de Jean-François Lyotard (1983), que enllacen llurs visions amb la percepció clàssica de l'epistemologia. Bell incideix en el concepte de la *tecnologia intel·lectual*, capaç de racionalitzar o controlar la societat, mentre que Lyotard analitza la *dispersió del coneixement*, segons la qual un mercat de treball competitiu redueix les habilitats dels treballadors a un coneixement escàs, amb un valor que pot canviar segons les condicions del mercat. Quatre bons i recents compendis del pensament social envers les interaccions entre ciència, tecnologia, societat i cultura i coneixement són Loasby (1999), Payson (2000), Cullenberg, Amariglio i Ruccio (2001) i López Cerezo i Sánchez Ron (2001).

la visió econòmica moderna de la producció de coneixement apareix amb els treballs seminals de Griliches (1957; 1958; 1964), Nelson (1959) i Arrow (1962). El seu punt de partida és la consideració de la naturalesa del coneixement com un *bé públic, que no s'esgota amb el seu ús, sinó, tot el contrari, una major intensitat d'aquesta mercaderia pot acabar generant nous coneixements*. Aquesta dimensió del coneixement com a bé públic immaterial ens porta a una altra propietat econòmica rellevant: les *externalitats*, derivades de la dificultat d'apropiació dels beneficis de la producció de coneixement. De fet, els models empírics de la producció de coneixement van iniciar el seu recorregut en funció de la despesa en I+D. Concretament, en un treball de Griliches (1979), en el qual es vincula el creixement de la productivitat total dels factors amb als rendiments de despesa en I+D. Per a fer-ho, es planteja un model a partir d'una funció de producció, manifestable tant al nivell micro com macro, de la forma:

$$Y = f[X, K, u] \quad (i)$$

On Y és l'output, X representa la dotació d'inputs convencionals com el treball i el capital, K és una mesura de la dotació actual del coneixement tècnic i u defineix la resta de factors rellevants en l'explicació del creixement de la productivitat. A més, es defineix el nivell de productivitat A i la seva taxa de variació τ com:

$$A = \frac{Y}{X} \quad \text{i} \quad \tau = y - x = \frac{\left(\frac{\partial Y}{\partial x}\right)}{Y} - \frac{\left(\frac{\partial X}{\partial x}\right)}{X} \quad (ii)$$

D'altra banda, el model assumeix que hi ha una relació entre K, el nivell corrent de coneixement tecnològic, i W(B)R, un índex de la despesa (corrent i passada) en investigació i desenvolupament, on W(B) representa una seqüència polinomial que indica la contribució de la despesa en I+D al nivell de K i B és l'operador de la seqüència. Això és:

$$K = g[W(B)R, v] \quad (iii)$$

On v és un altre conjunt d'elements no mesurables que influeixen en el nivell acumulat de coneixement i W(B)R_t és pot representar com:

$$W(B)R_t = (w_0 + w_1B + w_2B^2 + \dots)R_t = w_0R_t + w_1R_{t-1} + w_2R_{t-2} + \dots \quad (iv)$$

Arribats a aquest punt, hem de fer diverses consideracions del model. Primer, la funció F(X, K, u) implica l'assumpció de la possibilitat de diferenciar entre l'estoc d'inputs tradicionals (capital i treball) i la sèrie de la inversió passada i present en I+D, R. Segon, la funció W(B)R_t plantejada com una funció lineal implica la inexistència de rendiments decreixents o costos creixents en el nivell temporal d'I+D. Un plantejament segurament més realista seria la modelització d'una funció de producció de coneixement del tipus $K = H(R, K)$. D'aquesta manera, la forma funcional Cobb-Douglas que acaba plantejant Griliches (1979) és:

$$Y = D C^\alpha L^\beta K^\gamma e^{\lambda t + u} \quad (v)$$

On D és una constant, t és el temps, e és la base del logaritme natural i α , β , i γ són els coeficients del capital, el treball i el coneixement. En investigacions posteriors (Griliches, 1990; 1994; 1995), la major disponibilitat d'informació va permetre a l'autor contrastar la forma funcional de la funció de producció de coneixement plantejada. En efecte, amb dades de la indústria dels EUA a tres dígit, l'autor estima la contribució del rati d'inversió en I+D sobre les vendes en l'explicació del creixement de la productivitat total dels factors. Aquest coeficient que s'ha d'interpretar com "*la taxa de retorn de la inversió en I+D*" mostra com, amb la inclusió del sector informàtic, aquesta no ha parat de créixer (0,33 punts de mitjana anual en el període 1958-1973 i 0,36 punts en el període 1973-1989). Tot i això, si s'extreu de l'anàlisi al sector informàtic els resultats són decebedors, ja que la contribució del coneixement, mesurada a través de l'I+D, al creixement de la productivitat va caure de 0,31 punts de mitjana anual el període 1958-1973 a 0,13 punts el període 1973-1989². Aquests resultats porten a l'autor a enumerar els problemes que, a grans trets, podem agrupar en la dificultat de mesura de l'output a alguns serveis, en especial els serveis públics, i a la manca de consideració del coneixement i la seva difusió com un bé amb característiques de bé públic amb externalitats. De fet, i tenint en compte les conclusions a les que arriba l'autor, *una especificació de la producció de coneixement que només tingui en compte la despesa en I+D segurament ens conduirà a un resultat parcial*. A més, de l'anàlisi de les propietats de l'aplicació econòmica del saber hem après que les mercaderies coneixement tàcit i coneixement observable són quelcom més que la translació a l'activitat productiva del coneixement científic. Per aquest motiu, hem de plantejar un model d'acumulació de coneixement que incorpori les propietats fonamentals de la seva producció. La nostra eina teòrica bàsica, com ja hem vist al capítol anterior, són els models sobre el creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica. A grans trets podem afirmar que *la incorporació del coneixement a la producció agregada s'ha analitzat des de dues grans vessants*. Una primera família de models veu la manifestació del saber com un resultat normal a l'activitat econòmica, derivada de l'experiència dels agents econòmics, mentre que la segona família veu la manifestació econòmica del coneixement com a resultat de la inversió intencionada dels agents econòmics. De fet, i deixant a un costat la interpretació neoclàssica que considera al progrés tecnològic com quelcom no vinculat a l'activitat econòmica, totes les famílies de models analitzats incideixen en el fet que *la producció de coneixement i la seva manifestació productiva és quelcom singular*, que trenca amb alguns dels supòsits clàssics de la teoria econòmica convencional. En especial dos: l'aparició de rendiments creixents i la consideració del coneixement com un bé públic, amb importants externalitats.

Per aquest motiu, si el que volem veure és com la producció de coneixement ha evolucionat amb la irrupció de les tecnologies digitals, tot distingint-ne la seva dinàmica dels períodes anteriors, hem de plantejar un model coherent amb les especificacions

2. La vinculació entre la inversió en investigació i desenvolupament, la utilització de patents i els seus efectes sobre el creixement de la productivitat ha donat una àmplia literatura, que analitza les relacions entre aquesta manifestació del coneixement i l'activitat productiva. Després del compendi inicial de Griliches (1984), s'han de destacar les aportacions de Hall, Griliches i Hausman (1986), Nadiri i Kim (1996) i de Stern, Porter i Furman (2000).

desenvolupades més amunt. Així, hem de tenir en compte que l'acumulació de coneixement es planteja en funció de l'acumulació de coneixement observable i de coneixement tàcit, així com de les interaccions entre les dues. De fet, plantejarem un model que recull les principals aportacions de les teories endògenes del creixement econòmic, pel que fa a la interpretació del coneixement. Seguint la modelització de Romer (1986; 1990b; 1994) el nostre punt de partida és una funció de producció de coneixement que presenta efectes externs a partir de l'acumulació del coneixement observable³. La funció de producció de coneixement agregada (Y_k) presenta la forma funcional:

$$Y_K = \Phi K_O^\alpha (A K_T)^{1-\alpha} = \Phi A K_T \widehat{k}_O^\alpha \quad (vi)$$

On K_O és el coneixement observable i K_T és el coneixement tàcit⁴. A més, $\widehat{k}_O (=K_O/AK_T)$ és la relació coneixement observable/coneixement tàcit en unitats d'eficiència. Aquesta ràtio, que podem llegir com una *mesura de la productivitat del coneixement*, el que ens vol indicar és "com incideix el coneixement associat a la força de treball i ponderat per un índex de progrés tecnològic en la generació de coneixement observable". A és un índex tecnològic que augmenta amb el temps a una taxa constant i exògena $A^*/A=g_A>0$. La variable Φ recull l'externalitat positiva associada al coneixement observable. De fet, en aquest model els agents econòmics perceben Φ com una constant exògena i per tant que no influeixen llurs accions, si bé *depèn de la ratio agregada entre els dos tipus de coneixement a través d'una funció que mesura el grau d'externalitat (μ) del coneixement observable en termes del coneixement tàcit eficient*. Aquesta relació té la forma:

$$\Phi = \widehat{k}_O^\mu \quad \text{on} \quad \widehat{k}_O = \frac{K_O}{AK_T} \quad (vii)$$

D'aquesta manera, combinant (vi) i (vii) i expressant-ho en termes de coneixement tàcit eficient, obtenim:

$$\widehat{y}_k = A \widehat{k}_O^{\alpha+\mu} \quad (viii)$$

O sigui, que la producció de coneixement, expressada en base a les capacitats de la força de treball tecnològicament eficients, depèn d'un índex de progrés tecnològic i del coneixement observable, en termes tàcits i eficients, elevat a $\alpha+\mu$, que mesura el grau de rendiment a

3. Ja hem assenyalat més amunt que, amb el procés de digitalització, la facilitat de reproducció de les mercaderies coneixement observable ha generat un espectacular augment de transaccions d'aquesta manifestació del coneixement. Per tant, podem plantejar la hipòtesi de rendiments creixents en la dotació de coneixement observable. I, no només això, les tecnologies digitals també han transformat les habilitats de la força de treball. D'aquesta manera, també podem plantejar que un índex de progrés tecnològic modifiqui la dotació de coneixement tàcit. En altres paraules, podem plantejar que les tecnologies digitals transformen les habilitats de la força de treball, representades a partir de la dotació de coneixement tàcit. De fet, aquest model no és res més que una visió alternativa del model de creixement econòmic amb rendiments creixents (vegeu, el punt 2.4.2)

4. La funció de producció de coneixement plantejada mostra com els rendiments creixents es manifesten a través de les externalitats que es generen a través del coneixement observable. A més, podem interpretar que el capital necessari per la producció de coneixement es vehicula a través del progrés tecnològic i que el coneixement tàcit incorpora els requeriments formatius i d'experiència, així com les habilitats i capacitats de la força de treball.

escala d'aquest coneixement, tenint en compte l'efecte extern. Amb la dissecció de la hipòtesi dels rendiments creixents podem avançar en l'anàlisi de la trajectòria del sistema, tot veient les particularitats de la funció d'acumulació del coneixement. Recollint les aportacions dels models de learning-by-doing, del capital humà i de la inversió en I+D i catch-up tecnològic, podem plantejar una funció d'acumulació de coneixement observable que és funció de dos elements. El primer, sY_k , es correspon amb una part de l'estoc de coneixement agregat i, que podem llegir, com *l'aplicació a l'activitat econòmica del saber acumulat*. El segon, εK_O , és refereix a *l'acumulació derivada de la difusió del coneixement observable*. En termes matemàtics:

$$\dot{K}_O = sY_K + \varepsilon K_O \quad (ix)$$

Com hem vingut fent reiteradament, per avançar cap a la trajectòria d'equilibri del sistema i partint de l'especificació del coneixement observable en termes tàcits i eficients, si substituïm l'acumulació de coneixement observable per l'equació (ix) arribem a:

$$\frac{\dot{\hat{k}}_O}{\hat{k}_O} = \frac{sY_K + \varepsilon K_O}{K_O} - \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{K}_T}{K_T} \quad (x)$$

De fet, alguns dels sumands acumulatius ja els intuïem amb l'especificació del coneixement observable agregat. Ara bé, una simple substitució matemàtica ens permet plantejar aquesta equació d'una manera molt més útil. Si desplaçem \hat{k}_O a l'altre costat de l'equació i considerem que la taxa de creixement del progrés tecnològic (g_A) i del coneixement tàcit (δK_T) són exògenes al model obtenim que:

$$\dot{\hat{k}}_O = \frac{sY_K}{K_O} \frac{K_O}{AK_T} + \hat{k}_O (\varepsilon - g_A - \delta K_T) \quad (xi)$$

La qual cosa (i tenint en compte que $\hat{y}_k = Y_k/AK_T$) ens permet arribar a una especificació del coneixement observable, en termes tàcits i eficients, molt similar a l'expressió que hem obtingut al capítol anterior pels rendiments creixents:

$$\frac{\dot{\hat{k}}_O}{\hat{k}_O} = s\hat{k}_O^{\alpha+\mu-1} + (\varepsilon - g_A - \delta K_T) \quad (xii)$$

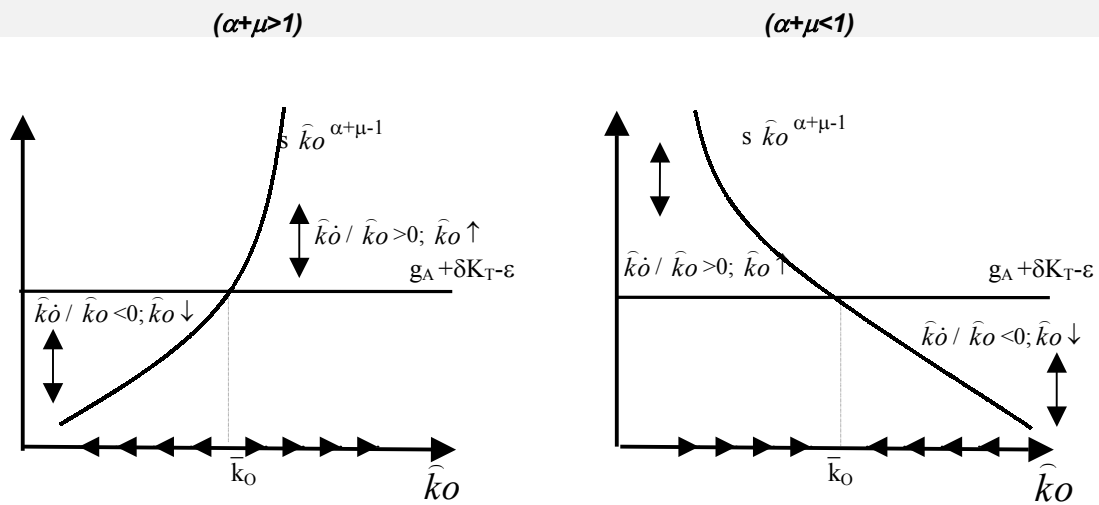
On les úniques diferències, a banda de la substitució del capital per càpita eficient pel coneixement observable en habilitats eficients, és l'aparició d'un paràmetre de difusió de la tecnologia (ε) i l'acumulació del coneixement tàcit (δK_T). Igual que amb el model de rendiments creixents la trajectòria d'equilibri del sistema depèn de la intensitat de l'externalitat. Efectivament, quan $\alpha+\mu < 1$, la tecnologia que relaciona la producció de

coneixement i el coneixement observable per habilitats eficients (equació ix) no presenta rendiments creixents del coneixement observable, la trajectòria de creixement equilibrat ve definida per un sistema estable i convergent del tipus :

$$\frac{\dot{\widehat{k}}_O}{\widehat{k}_O} = 0 \Rightarrow s\widehat{k}_O^{\alpha+\mu-1} = -\varepsilon + g_A + \delta K_T \Rightarrow \widehat{k}_O = \left(\frac{s}{g_A + \delta K_T - \varepsilon} \right)^{1/(1-\alpha-\mu)} \quad (xiii)$$

Ara bé, si les externalitats associades al coneixement observable adquireixen una certa magnitud; és a dir si $\alpha+\mu > 1$, aleshores la trajectòria d'equilibri amb presència de rendiments creixents canvia de manera significativa. Igual que al model de rendiments creixents, l'acumulació de coneixements observables, mesurada per la corba, $s\widehat{k}_O^{\alpha+\mu-1}$, és una funció creixent de l'estoc de coneixement observable en termes d'habilitats eficients. D'aquesta manera, podem plantejar un diagrama de fase, reproduït a la figura 3.1, on s'hi representa la trajectòria del sistema en funció de la intensitat de l'externalitat.

Figura 3.1. La producció de coneixement amb rendiments creixents



En el cas de la pendent positiva en l'acumulació de coneixement observable, el sistema és inestable, ja que el valor del coneixement observable per habilitats eficients augmenta quan és més gran que \widehat{k}_O i disminueix quan és més petit, allunyant-se del seu valor estacionari. Igual que amb el model de rendiments creixents del capital, podem interpretar aquest valor com un *llindar mínim de creixement, enlloc d'un equilibri a llarg termini*. En canvi, la part dreta del gràfic mostra com, amb $\alpha+\mu < 1$, el sistema és estable i \widehat{k}_O representa un equilibri estable a llarg termini. Ara bé, al model s'ha introduït un paràmetre (ε), que mesura el grau de difusió de la tecnologia. Com hem vist a la modelització anterior de De la Fuente (1995b), aquest pot jugar un paper cabdal en l'explicació de l'acumulació de coneixement, de manera que fins i tot amb rendiments creixents la difusió de la tecnologia podria explicar una convergència en la producció de coneixement.

Una vegada especificades la forma funcional i la trajectòria del sistema proposat d'acumulació de coneixement, el proper estadi de la nostra investigació és la identificació dels indicadors per la seva ulterior estimació economètrica. Abans, però, presentarem el model que es contrastarà. Partint de l'equació (viii), la funció a contrastar és:

$$\ln \bar{y}_K = \beta_0 + \beta_1 \ln A\hat{k}_O + u_t \quad (xiv)$$

La intenció d'aquest model de regressió simple és veure com l'estoc de coneixement observable mesurat en habilitats eficients influeix en la producció de coneixement. A més, cal recordar que, tal i com hem definit el model, el paràmetre β_1 mesura l'efecte dels rendiments creixents. El quadre 3.1. recull els indicadors utilitzats per a cadascuna d'aquestes variables. Pel que fa a la producció de coneixement en termes d'habilitats eficients i , seguint la metodologia de l'OCDE (2001c), l'indicador utilitzat ha estat la suma del VAB TIC i la inversió en I+D del conjunt de l'economia sobre el PIB⁵ ponderats per la inversió en I+D TIC sobre el PIB, com a proxy del canvi en les capacitats de la força de treball que les noves tecnologies digitals estan generant. L'estoc de coneixement observable en termes d'habilitats eficients s'ha aproximat a partir d'una sèrie de despesa de consum i d'inversió TIC, com a indicador de la manifestació a l'activitat econòmica d'aquesta tipologia de coneixement, ponderada, igual que la producció de coneixement, per la inversió en I+D TIC sobre el PIB⁶.

Quadre 3.1. Els indicadors de la producció de coneixement

Variable	Indicador	Descripció i font
Y _o	Producció de coneixement	(VAB TIC+ I+D Total)/ (PIB). Font: Elaboració pròpia i OCDE (2000c; 2001c)
AK _t	Progrés tecnològic	(Inversió I+D TIC)/PIB. Font OCDE (2001c)
y _o =(Y _o /AK _t)	Coneixement per habilitats eficients	(VAB TIC +I+D Total/PIB)/(Inversió I+D TIC/PIB)
K _o	Estoc de coneixement observable	(Despesa TIC)/ PIB. Font: OCDE (2001c). Font: OCDE (2001b; 2001c) i EITO (2001)
k _o =(K _o /AK _t)	Coneixement observable per habilitats eficients	(Despesa TIC/PIB)/(Inversió I+D TIC/PIB)

Font: Elaboració pròpia

El quadre 3.2. recull l'aproximació economètrica realitzada. En primer lloc, s'ha contrastat l'equació (xi) per un conjunt de països de l'OCDE⁷ i per al període 1991-2000. Els

5. Ja hem assenyalat més amunt com l'OCDE s'aproxima a la inversió en coneixement. Ho fa a partir de tres indicadors relatius sobre el PIB: l'I+D, la inversió en software i la inversió en educació. Seguint aquesta aproximació hem aproximat la producció de coneixement a partir de la despesa en investigació i coneixement i una sèrie de valor afegit del sector TIC. La disponibilitat d'informació per algun any (2000c) i les dades de producció de l'EITO (2001) ens han permès elaborar una sèrie de VAB TIC per al període 1991-2000. Vegeu, l'annex 3.1.

6. L'annex 3.1. recull les dades originals així com les transformades utilitzades en aquestes estimacions, realitzades amb el paquet economètric E-views. Tot i que hi ha multitud de manuals d'econometria voldria destacar, perquè en algun moment o altre els he consultat els de Johnston (1989), Green (2000), Davidson i Mackinnon (1993) i Favero (2001). Un altre compendi, en aquest cas, de l'estimació economètrica amb dades de pannel és el de Baltagi (2000).

7. Els països contrastats són 16: Bèlgica, Dinamarca, Alemanya, Espanya, França, Irlanda, Itàlia, Holanda, Àustria, Portugal, Finlàndia, Suècia, Regne Unit, Noruega, EUA i Japó. A l'annex 3.1. hi trobareu les dades utilitzades per a l'estimació.

resultats mostren clarament com el conjunt de països capdavaners en el desenvolupament de l'economia del coneixement, i que ja recollíem al quadre 1.18, presenten rendiments creixents ($\beta_1 = \alpha + \mu > 1$) en la relació entre la producció de coneixement i l'estoc de coneixement observable per habilitats eficients. Aquests països són, de més a menys externalitat, Finlàndia, Suècia, Irlanda, Dinamarca, els EUA i el Regne Unit.

Quadre 3.2. La producció de coneixement en funció del coneixement observable per habilitats eficients. 1991-2000

País ¹	β_0 (t-estadístic)	$\beta_1 = \alpha + \mu$ (t-estadístic)	R ² (ajustat) ⁴
Bèlgica	1,107 (10,7)	0,487 (6,20)	0,807
Dinamarca	0,707 (1,8)	1,556 (81,4)	0,757
Alemanya	1,842 (26,7)	0,317 (4,8)	0,715
Espanya	0,280 (6,7)	0,769 (15,5)	0,860
França	1,251 (16,8)	0,478 (8,0)	0,870
Irlanda	0,512 (0,6)	1,571 (93,0)	0,312
Itàlia	0,781 (8,5)	0,948 (11,2)	0,933
Portugal	0,090 (0,4)	0,789 (5,1)	0,760
Finlàndia	0,598 (1,8)	2,342 (40,5)	0,633
Suècia	0,405 (0,8)	1,750 (28,3)	0,844
Regne Unit	0,843 (4,3)	1,360 (110,6)	0,562
Noruega	1,382 (15,5)	0,267 (3,99)	0,624
EUA ²	1,227 (3,1)	1,532 (227,0)	0,856
Japó	1,973 (71,4)	0,168 (6,4)	0,818

15 països ³			
1991-1996	0,717 (2,0)	0,450 (2,419)	0,313
1997-2000	0,342 (1,2)	0,831 (20,4)	0,270

1. Dels 16 països seleccionats no s'han trobat correlacions significatives a Àustria i Holanda. 2. 1992-2000. 3. Tots, excepte Portugal. 4. El contrast de significativitat global de cadascuna de les regressions no rebutja la hipòtesi nul·la que els coeficients siguin diferents de zero.

Font: Elaboració pròpia.

A més, s'ha de destacar els importants progressos d'Itàlia i d'Espanya que, impulsades pel dinamisme de la despesa i del VAB TIC, acosten l'impacte del coneixement observable sobre l'agregat a la unitat⁸. De fet, podem concloure que un *important grup de països de l'OCDE presenten un esquema de producció de coneixement, basat en importants efectes sinèrgics en l'acumulació de coneixement observable*. Aquest fet, ens permet afirmar que *amb la irrupció de les tecnologies digitals un nou tipus de coneixement que ara és tangible està escampant els seus efectes positius cap a la resta de l'economia*. I, no només això, *els resultats de 15 països de l'OCDE⁹ també mostren que l'elasticitat entre aquesta tipologia de coneixement i el conjunt de l'activitat productiva, a través de la producció de coneixement, ha presentat una substancial millora la segona meitat de la dècada dels noranta*. En efecte,

8. Tot i que no es disposen d'estimacions similars per al cas espanyol, Antonelli (1997) analitza la correlació entre la despesa en serveis empresarials i la despesa en tecnologies de la informació i la comunicació, ambdues respecte el valor afegit, per un conjunt de branques d'activitat de l'economia italiana i en el període 1985 i 1987. Els resultats també li determinen una clara externalitat en l'elasticitat del creixement de l'ús dels serveis empresarials en relació amb l'ús de les TIC. A més, l'economia espanyola i la italiana són, de les 16 estudiades, les que han presentat una acceleració del VAB TIC més significativa en el període 1997-2000, amb un increment mitjà anual del 23,3 i el 12,2%, respectivament. De fet, De la Fuente (1998; 1999) demostra empíricament per al cas espanyol que l'estoc de capital tecnològic juga un paper important en l'explicació de la funció de producció, de manera que: *“la inversió en I+D té un impacte positiu i significatiu sobre el creixement de la productivitat”*.

9. El model contrastat és diferent al model dels països. Mentre que en el cas dels països es tractava d'una sèrie temporal el model conjunt especificat és un model de tall transversal. L'objectiu d'aquest model, que suposa la mateixa especificació per tots els països, és contrastar la relació entre el coneixement observable per habilitats eficients i la producció de coneixement per al conjunt de països analitzats.

l'estimació conjunta per a 15 països de l'OCDE mostra com el coeficient de relació entre el coneixement observable per habilitat eficient i la producció conjunta de coneixement ha passat de 0,450 punts percentuals de mitjana entre el 1991 i el 1996 a gairebé doblar-se entre el 1997 i el 2000 (0,831 punts de mitjana)¹⁰. Així, doncs, amb els resultats d'aquest model demostrem la hipòtesi parcial 2 (vegeu, pàgina 10).

3.2. TIC, productivitat i creixement econòmic: l'evidència empírica internacional

‘Des d’una perspectiva macroeconòmica es considera que l’increment sostingut d’aquesta taxa –es refereix al creixement de la productivitat-, com a resultat de les TIC, és, en general, l’aspecte més important de la “nova economia”. En relació amb això, es sol diferenciar entre un increment sostingut de la taxa de creixement de la productivitat, imputable a l’evolució dels sectors productius de TIC, i els augments de productivitat del conjunt de l’economia, degut a l’ús generalitzat d’aquestes tecnologies. Si bé el ràpid increment de la productivitat observat en la producció de TIC revesteix en si mateix un interès, no és suficient per definir una “nova economia” caracteritzada per un increment en el creixement de la productivitat que afecta a l’economia en el seu conjunt. Per això, seria necessari que les TIC tinguessin la naturalesa del que es coneix com una tecnologia amb finalitats generals, és a dir, que, com a conseqüència de l’ús de les TIC, es produís un increment més ràpid de l’eficiència global del procés econòmic, cosa que implicaria que l’economia hauria assolit una taxa de creixement del producte potencial més elevada’. (BCE (2001). “Nuevas tecnologías y productividad en la zona del euro”, a *Boletín Mensual Julio*, pàg. 39).

Una vegada analitzats els efectes sinèrgics de la producció de coneixement és el moment d’endinsar-nos en la darrera fase de la nostra investigació: *la incorporació del coneixement a l’activitat productiva*. Abans, però, revisarem l’evidència empírica internacional centrada en els efectes de les TIC sobre l’avenç de la productivitat i del creixement econòmic. Com hem vist al capítol 2, un dels indicadors econòmics més rellevants per a l’explicació del creixement econòmic a llarg termini és la productivitat, entesa com el producte per persona ocupada o, preferiblement, per hora treballada¹¹. La productivitat pot augmentar com a conseqüència d’un increment del capital disponible per hora treballada (*intensificació de l’ús del capital*) o per un major grau d’eficiència econòmica, mesurat *pels increments de la productivitat total dels factors* (PTF)¹². De fet, aquest darrer element, una acceleració de la productivitat total dels factors seria l’indicatiu de l’existència d’una nova economia, entesa com un salt significatiu en l’eficiència del conjunt del sistema econòmic. Tot i això, i a diferència de la productivitat del treball, la PTF no pot mesurar-se directament i la seva estimació a la pràctica és fa difícil¹³. La literatura empírica internacional utilitza bàsicament dues

10. Aquests resultats són consistents amb alguns estudis realitzats tant al nivell microeconòmic, com els de Smolny (2000), Eustace (2000), Caniels (2000) i de Zucker, Darby i Armstrong (2001), com al nivell macroeconòmic, com els de Lanjow i Schankerman (1999), Porter i Stern (2000) i de la Comissió Europea (2001). Tots ells apunten, des de diverses òptiques, cap un substancial efecte sinèrgic del coneixement envers el conjunt de l’activitat econòmica.

11. L’explicació és ben senzilla. En el càlcul de la productivitat en funció de l’ocupació (PIB/ocupat) hi influeix directament el nombre mitjà d’hores treballades per a cada ocupat. De fet, podem descomposar la ràtio (PIB/Hora treballada)=(PIB/Ocupat)*(Ocupat/Hora treballada). En un context de creixent importància del treball a temps parcial, la utilització del producte per ocupat comportaria un clar biaix a la baixa en les xifres de la productivitat, ja que segons aquesta mesura tots els ocupats treballarien les mateixes hores, cosa que faria créixer el denominador i, per tant, reduir el rati (PIB/ocupat).

12. Al capítol 2 ja hem revisat els conceptes teòrics que hi ha al darrere de la funció de producció per treballador o per hora treballada, així com algunes mètriques de l’evolució de la productivitat. Aquestes suggereixen una importància significativa a la productivitat total dels factors en l’explicació de l’evolució d’aquesta macromagnitud, importància que a la dècada dels noranta estaria directament vinculada amb les tecnologies de la informació i la comunicació.

13. Ja hem vist al revisar els models de creixement econòmic amb presència d’innovació tecnològica que una de les explicacions a la *paradoxa de la productivitat* (la baixa significativitat del capital per càpita en l’explicació del creixement econòmic) és, precisament, la productivitat total dels factors. Aquest component del producte per càpita

aproximacions per a l'estimació d'aquest indicador d'eficiència econòmica. *La primera es basa en l'estimació economètrica del coeficient del canvi tecnològic a partir d'una representació estàndard (i neoclàssica) del creixement de la productivitat del treball*, entesa com el canvi en l'output per unitat d'input treball, cosa que es pot expressar com:

$$\left(\frac{\dot{Y}}{L} \right) = \alpha \left(\frac{\dot{K}}{L} \right) + \dot{A} \quad (xv)$$

On Y és l'output, L és el treball, K és el capital, α és la participació del capital en la renda nacional, A és el nivell de productivitat total dels factors i $\dot{\cdot}$ representa el canvi percentual. Aleshores, la dependència del capital (\dot{K}/L) representa els canvis en la productivitat atribuïbles a nivells més elevats en el capital per treballador, mentre que la PTF (\dot{A}) representa les millores d'eficiència general del sistema econòmic, derivades de les combinacions entre capital i treball per a la producció de l'output¹⁴. *La segona aproximació per a l'estimació de la PTF es basa amb la utilització dels nombres índexs*¹⁵. Més concretament, i com assenyala l'OCDE (2001d), el nostre punt de partida és una funció de producció agregada que relaciona la quantitat total d'output (Y) amb el conjunt d'inputs primaris (X), com el capital i el treball, i el d'inputs intermedis (M). La funció, a més, incorpora un paràmetre A(t), que captura el canvi tecnològic no incorporat pels factors productius. És a dir, és el canvi tecnològic relacionat amb les millores als processos productius derivades de la inversió en I+D, del learning-by-doing o de la imitació, o dit d'una altra manera, el canvi tecnològic que no és físicament vinculable (*disembodied*) amb cap factor de producció específic. Aquest tipus de tecnologia és neutral en el sentit de Hicks i permet un increment de l'output amb un estoc d'inputs primaris i intermedis donats, sense canviar les seves relacions d'intercanvi. Sota aquesta assumpció la funció de producció agregada presenta la forma:

$$Y = H(A, X, M) = A(t) F(X, M) \quad (xvi)$$

És fàcil adonar-se que el nivell de tecnologia A(t) es pot expressar com la ràtio entre el volum total de producció i la combinació d'inputs primaris i intermedis $A(t)=(Y/F(X,M))$. En termes de taxes de variació, l'avenç de la PTF, o sigui de la productivitat associada a aquest conjunt d'elements tecnològics no vinculables a cap factor productiu, serà positiva si la variació de l'output és més gran que la variació de la combinació d'inputs. Tanmateix, una altra mesura vàlida - i coherent amb els desenvolupaments teòrics - per al canvi tecnològic és la taxa a la qual la funció de producció varia al llarg del temps, o sigui $\delta \ln H / \delta t$. Quan la tecnologia és neutral en el sentit de Hicks, aquest canvi equival a la variació del paràmetre tecnològic; això és $\delta \ln H / \delta t = \delta \ln A / \delta t$. Atès que el paràmetre tecnològic no és observable

es sol atribuir a un ampli conjunt d'elements, que van des de l'impacte de la innovació tecnològica fins als elements institucionals que garanteixen l'eficiència microeconòmica i l'estabilitat macroeconòmica.

14. De fet, aquesta equació no és més que una representació de l'equació bàsica dels exercicis de comptabilitat del creixement. Vegeu, l'apartat 2.3.4.

15. Tot i que hi ha nombrosos estudis sobre la determinació en base als nombres índexs de la PTF, en aquest treball d'investigació ens hem basat bàsicament en dos. El manual de mesura de la productivitat de l'OCDE (2001d) i el d'Álvarez Pinilla (2001).

directament, el creixement de la PTF es deriva a partir de la diferència entre la taxa de creixement d'un *índex Divisia*¹⁶ per a l'output i d'un *índex Divisia* per als inputs. Aquesta tipologia de nombres índexs *mesura el canvi en la PTF (en aquest cas basada en el PIB) com la taxa de canvi logarítmica de l'output menys la dels inputs primaris i intermedis, ponderats per la seva participació relativa (s_x i s_m)*. O sigui:

$$PTF_{PIB} = \frac{\partial \ln H}{\partial t} = \frac{\partial \ln A}{\partial t} = \frac{\partial \ln Y}{\partial t} - s_x \frac{\partial \ln X}{\partial t} - s_M \frac{\partial \ln M}{\partial t} \quad (xvii)$$

Alternativament, enlloc d'utilitzar el PIB podem analitzar els efectes del canvi tecnològic a partir de la productivitat total dels factors mesurada en termes del valor afegit. D'aquesta manera, podem plantejar una funció del valor afegit (VA) de la forma $G=G(A(t), X, P_M, P)$, on P_M són els preus dels inputs intermedis i P els dels outputs, que ens indiquen com la producció ajusta el nivell d'inputs intermedis quan varia l'estructura de preus relatius. Igual que amb la funció de producció agregada podem definir el canvi tecnològic com la variació de la funció del valor afegit al llarg del temps, de manera que el canvi en la productivitat es pot interpretar com la variació de la funció del valor afegit ($\delta \ln G / \delta t$). Aquest canvi tampoc és directament observable de manera que podem plantejar el creixement de la PTF_{VAB} com la diferència entre la taxa de creixement d'un *índex Divisia* del valor afegit (VA)¹⁷ i la taxa de creixement d'un *índex Divisia* dels inputs primaris:

16. Tot sovint, l'indicador més utilitzat per a la mesura de la productivitat a nivell agregat és el nivell de producció per la quantitat ocupada de treball. Ara bé, aquesta és una mesura parcial de la productivitat, ja que no es tenen en compte la resta d'inputs, ni tampoc la relació entre la resta d'inputs i els outputs. De fet, és molt més adequat utilitzar un índex que reculli la relació entre el conjunt outputs i inputs de tot el sistema productiu. Aquest índex és el que es coneix com la *Productivitat Total o Global dels Factors* (PTF) o, en terminologia anglosaxona, el *Multifactor Productivity Growth* (MPG). La manera tradicional d'expressar aquesta relació (vegeu, Jorgenson i Griliches (1967)) és mitjançant la diferència logarítmica entre la taxa de creixement de l'output menys la taxa de creixement de l'input. Això és, $PTF^*/PTF = (Y^*/Y - Z^*/Z)$, on Y és l'output i Z el conjunt d'inputs primaris i intermedis. Tanmateix, la generalització d'aquesta expressió a empreses multiproducte que fan servir molts inputs porta a una substitució de Y per una funció que depèn dels preus i les quantitats d'outputs i a una substitució de X per una funció que depèn dels preus i les quantitats d'inputs, totes dues per a un període determinat. Aquesta metodologia, però, presenta un requeriment: la selecció d'una fórmula determinada tant per a l'índex de l'output com per a l'índex de l'input. Bàsicament s'han desenvolupat dos criteris: *l'enfocament axiomàtic dels nombres índexs* que consisteix en escollir aquell índex que compleixi més i millor les propietats matemàtiques requerides i *l'enfocament de les propietats teòriques dels nombres índexs*, que es basa amb la sintonia amb els requeriments de la teoria econòmica de la producció. Els *índexs Divisia* (Törnqvist, en la vessant discreta) responen a aquesta segona aproximació i es basen en el treball seminal de Solow (1957), en el qual es relacionava la productivitat global dels factors i el canvi tecnològic. De fet, l'autor presenta un model que ens diu que la variació de l'output pot ésser explicada per un desplaçament de la funció de producció o per un moviment a llarg de la mateixa quan varien les quantitats d'inputs emprades al procés productiu. Sota les condicions competitives i de rendiments constants els inputs són remunerats segons el valor del seu producte marginal i es respecten les condicions de buidat del mercat, de manera que podem equiparar la PTF als desplaçaments en la funció de producció derivats del canvi tecnològic. Per últim, és important assenyalar que aquesta metodologia, al incorporar elements ponderatius, ens permet l'agregació des del nivell empresarial o sectorial al macroeconòmic. Més endavant, veurem com això pot ser molt útil per a la determinació de l'impacte de les TIC sobre les altres branques d'activitat.

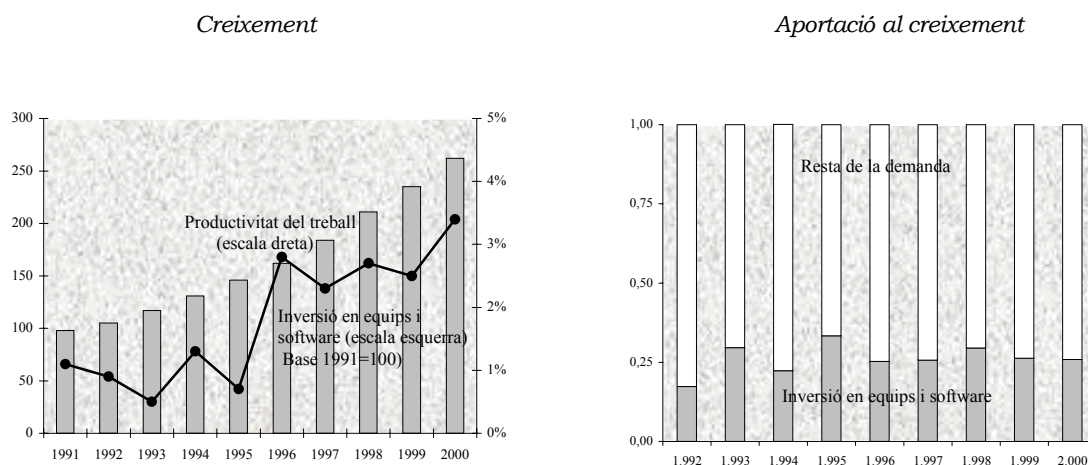
17. Efectivament, aquest nombre índex no està expressat en quantitats físiques. Ara bé, és possible definir un índex de volum del valor afegit com $(\delta \ln VA / \delta t) = 1/s_{VA}(\delta \ln Q / \delta t - s_M \delta \ln M / \delta t)$, on s_{VA} és la participació del valor afegit en el producte total i s_M és la participació dels inputs intermedis en l'output total.

$$PTF_{VAB} = \frac{\partial \ln G}{\partial t} = \frac{\partial \ln VA}{\partial t} - \frac{\partial \ln X}{\partial t} \quad (xviii)$$

Pel que fa a les mètriques de la productivitat del treball, s'ha de destacar que a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta aquest indicador ha presentat una clar repunt alcista als EUA, acceleració que ha vingut acompanyada per un increment de la inversió, sobretot en tecnologies digitals, cosa que ens porta a afirmar que, com assenyala el BCE (2001): “l'economia dels EUA ha adquirit noves característiques”. De fet, i com es desprèn de la figura 3.2, la taxa de creixement de la productivitat dels EUA ha presentat un salt significatiu, ja que ha passat de créixer a taxes properes a l'1,5% de mitjana entre el 1990 i el 1995 a un 2,7% de mitjana entre el 1996 i el 2000.

Figura 3.2. Evolució de la productivitat del treball i de la inversió en equips i software als EUA. 1991-2000

PIB per hora treballada i FBCF en equips i software. Taxes de variació interanuals per a la productivitat, índex de creixement Base 1991=100 i punts percentuals d'aportació al creixement del PIB en percentatges per a la inversió. Valors originals en dòlars constants del 1996.



Font: Elaboració pròpia a partir de dades del Bureau of Labor Statistics i del Bureau of Economic Analysis dels EUA. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.bea.doc.gov/bea/dn/nipaweb/SelectedTables.asp?Selected=Y> >. [Data de consulta: 22 de gener de 2002].

Un dels elements que explica aquesta acceleració (superior al punt percentual) del producte per hora treballada als EUA és, sense cap dubte, l'espectacular avenç de la inversió en equipament i software¹⁸. En efecte, si prenem el 1991, any d'inici del cicle expansiu, com

18. Aquest tipus de formació bruta de capital fix inclou la inversió en ordinadors, perifèrics i equips de processament de la informació i en software, així com, tot i que amb molta menys mesura, la inversió en equips industrials i de transport. De fet, per primera vegada a la història dels EUA, una tipologia d'inversió, en aquest cas la inversió en equips i software s'apropava, i molt, al volum total de les exportacions de béns i serveis. En efecte, al 2000 i mesurada en dòlars constants del 1996, aquest tipus d'inversió es situava en 1,087 mm de dòlars, molt poc per sota dels 1,133 bilions del total d'exportacions de béns i serveis.

a base 100, aquesta tipologia d'inversió havia acumulat un increment el 2000 del 162%, increment que contrasta, i molt, amb l'avenç acumulat del PIB (un 37%). Així, si calculem l'aportació al creixement econòmic dels EUA d'aquesta tipologia d'inversió els resultats són concloents. Entre el 1990 i el 1995 la inversió en les tecnologies digitals va explicar 0,5 punts percentuals del creixement econòmic dels EUA, participació que ha superat el punt percentual a la segona meitat de la dècada dels noranta (entre el 1996 i el 2000). Com s'aprecia a la figura 3.2, a partir del 1995 *la inversió en equipaments i software ha explicat al voltant del 25% del creixement econòmic dels EUA*. De fet, la importància que ha adquirit aquesta tipologia d'inversió els darrers anys ens porta directament a una de les principals línies d'investigació macroeconòmiques de la nova economia. En referim a la *contribució d'una de les principals manifestacions del coneixement a l'actualitat: les tecnologies de la informació i la comunicació al creixement econòmic i al de la productivitat*¹⁹. Efectivament, com comentàvem més amunt, les TIC poden contribuir a l'avenç del producte o del producte per càpita a través de la intensificació (o la dependència) del capital i de la productivitat total dels factors (PTF). Com veïem al capítol 1, l'evidència empírica existent, sobretot per al cas dels EUA, suggereix que la contribució de les TIC al creixement de la productivitat ha esdevingut per les dues vies (la dependència del capital TIC i la PTF associada al creixement de la producció TIC), per bé que la magnitud d'aquesta aportació ha estat subjecte a una

19. Tot i que no és l'objectiu d'aquest treball d'investigació hem de citar una línia d'estudi col·lateral a l'anàlisi de la contribució de les TIC al creixement de la productivitat. Es tracta de *la investigació de l'impacte de les tecnologies digitals sobre els índexs de preus*. En efecte, la implantació de les TIC a l'activitat econòmica afecta al càlcul dels preus, i de retruc als deflactors del producte, bàsicament per dues vies. En primer lloc, l'aparició de nous béns i serveis amplia la cistella domèstica de consum i, en segon lloc, aquestes tecnologies digitals milloren constantment la qualitat dels béns i serveis que s'hi relacionen. Pel que fa al primer element, alguns països (Austràlia, França, Holanda, Noruega, Gran Bretanya i els EUA) han desenvolupat la metodologia "*Chain-Weights*" que es basa en el recàlcul de les ponderacions bàsiques dels components de la cistella domèstica en funció dels nous béns i serveis que apareixen al mercat. Aquesta metodologia s'utilitza per a minimitzar el biaix que tenen el mètode d'agregació amb components fixos. Vegeu, Landefeld and Parker (1998), Vavares, Prakken i Guirl (1998) i Whelan (2000). Pel que fa al segon element, les millores de qualitat, alguns països (Austràlia, Canadà, França, Japó, Suècia i els EUA) utilitzen els "*Preus-Hedònics*" per al càlcul dels deflactors dels béns i serveis TIC. Aquesta metodologia parteix del supòsit que el valor d'un bé o servei és la suma d'un conjunt de característiques individuals. D'aquesta manera, el preu d'una mercaderia nova es pot basar en el preu de les característiques que ofereix. Per exemple, si utilitzem els preus hedònics, els preus dels ordinadors es fonamentarien en els preus dels seus components (per exemple, de la memòria o dels semiconductors), cosa que ponderaria millor els avenços en la qualitat d'aquests béns i serveis intensius en tecnologies digitals. D'aquesta manera, l'impacte de la utilització de mètodes hedònics en el càlcul dels agregats macroeconòmics dependrà de l'estructura de l'oferta i de la demanda de cada país. Com assenyala Schreyer (2001) l'impacte de l'ús d'aquesta metodologia de càlcul dels preus en l'explicació del creixement del PIB és relativament petita. Ara bé, als països productors de TIC aquesta metodologia fa tendir a l'alça (sempre en relació amb els mètodes tradicionals) el PIB real del sector TIC i, per tant, al PIB i a les exportacions totals i reals, cosa que també impulsa a l'alça la contribució d'aquest sector al creixement econòmic a través de la PTF. En canvi, als països intensius en els usos de TIC aquesta metodologia fa tendir a l'alça la inversió i les importacions, de manera que la contribució del sector al creixement econòmic vindria del costat de la dependència del capital enlloc de la PTF. Finalment, un altre element important és el *de la col·locació de la despesa en TIC, especialment la despesa en software, com a despesa final o intermèdia*. De fet, a la majoria de països la despesa en TIC és considerada inversió si i només si pot ser físicament separada, de manera que els productes TIC associats a material o equipament (com, per exemple, els semiconductors) són considerats com a béns intermedis, que no s'afegeixen al conjunt del valor afegit. A la pràctica, la ràtio inversió TIC/ consum intermedi TIC difereix substancialment entre països, de manera que alguns estudis comparatius (vegeu, Deutsche Bundesbank (2001) i Lequiller (2001)) suggereixen un impacte rellevant (entre 0,3 i 0,4 punts percentuals de diferència) en el càlcul de l'impacte sobre el creixement econòmic agregat si la consideració de la despesa TIC es fa com a inversió i no com a despesa intermèdia. Un bon compendi de les diferents metodologies de mesura del sector TIC i les seves repercussions és el de Colecchia i Schreyer (2001).

important controvèrsia. Tot i això, s'ha arribat a un cert consens en relació amb el fet que *les TIC han contribuït a l'augment de la productivitat a través de la millora de l'eficiència en la producció i dels efectes sinèrgics dels usos del coneixement derivats de les mercaderies TIC*. Més concretament, i com ja deduïem al quadre 1.20 per al cas dels EUA, l'acceleració de la productivitat al sector empresarial no agrari durant la segona meitat dels noranta és atribuïble, depenent de les investigacions²⁰, entre un 25 i un 50% a la intensificació del capital TIC i al voltant d'un 25% a la PTF vinculada directament a la producció TIC.

En canvi, no hi ha un consens clar en relació amb els efectes que les TIC generen sobre l'eficiència del conjunt del sistema. Arribats a aquest punt hem de distingir dues posicions. La primera, que anomenarem *escèptica* (vegeu, Gordon (1999; 2000) considera que l'acceleració de la PTF durant la segona meitat de la dècada dels noranta als EUA s'ha d'atribuir en gran mesura als efectes cíclics vinculats amb l'espectacular increment de la inversió en les tecnologies digitals. El recent afebliment de la productivitat del treball a partir de la segona meitat del 2000²¹ i els primers resultats empírics al nivell microeconòmic, que atribueixen la pràctica totalitat de l'augment de la productivitat al sector dels ordinadors i dels semiconductors²² donen credibilitat a aquesta visió. Tanmateix, estudis sectorials i empírics posteriors (vegeu, Stiroh (2001), Jorgenson i Stiroh (2001), Baily and Lawrence (2001), Nordhaus (2001) i Bureau of Labor Statistics dels EUA (2002)), amplien aquesta visió i indiquen una important acceleració de la productivitat als sectors que usen les TIC, en especial el sector de les finances, el comerç a l'engròs i al detall i algunes indústries manufactureres²³.

20. Vegeu, Gordon (1999; 2000), Jorgenson and Stiroh (2000), Oliner i Sichel (2000) i Council of Economic Advisers (2001). Aquest conjunt de treballs parteixen d'una equació similar a la representada en la funció (xv), per bé que distingeixen tant l'acumulació de capital com la PTF en dos components, l'associada al sector TIC i la de la resta de l'economia. Doncs bé, hi ha consens en relació amb el fet que el principal element explicatiu en la intensificació del capital als EUA ha estat la inversió en TIC. Encara més, també s'ha arribat a un cert acord acadèmic en relació amb el fet que una bona part de les millores d'eficiència del sistema econòmic dels EUA, o dit d'una altra manera: la PTF, és atribuïble a la producció del sector TIC. Ara bé, les discordances venen en l'altre component de la PTF, això és els efectes sinèrgics d'aquest tipus de coneixement cap a la resta de branques de l'economia.

21. Segons el Bureau of Labor Statistics dels EUA (vegeu, <http://data.bls.gov/cgi-bin/surveymost?pr>) el producte per hora treballada del sector empresarial no agrari dels EUA va créixer de mitjana un 4% entre el quart trimestre del 1999 i el tercer trimestre del 2000. En canvi, entre el quart trimestre del 2000 i el tercer trimestre del 2001 aquest increment s'ha afeblit fins a l'1,5%.

22. Gordon (2000) atribueix a la indústria dels ordinadors un increment de productivitat del 17% entre el 1995 i el 1999, augment que puja fins al 45% en el cas de la indústria dels semiconductors.

23. En concret, la idea forta d'aquests treballs és la següent. Els sectors que més han invertit en les tecnologies digitals durant la dècada dels noranta són els que han presentat un increment de la productivitat més substancial. De fet, per al cas de la indústria manufacturera dels EUA en el període 1990-1999, la PTF, mesurada a partir de nombres índexs, ha crescut d'un 1,8% de mitjana anual (vegeu, BLS (2002)). Dues terceres parts dels 108 sectors analitzats han presentat increments d'aquest indicador d'eficiència econòmica en el període analitzat. D'aquests, 43 sectors han situat el seu increment entre el 0,1 i l'1%, 25 sectors han presentat un avenç entre l'1,1 i el 2% i 9 sectors per sobre del 2%. Entre aquests nou sectors destaquen els vinculats directament amb el sector TIC (ordinadors i equipament d'oficina, amb un augment del 22,9%, components electrònics i accessoris, amb un 19,8% i els equipament de comunicacions, amb un 4,0%), però també la indústria de la química inorgànica (2,9%), la dels pneumàtics i tubs interiors (2,7%), la indústria del vidre (4,5%), la producció de ciment (2,2%), la producció del contenidors (2,0%), la indústria de les aplicacions per a la llar (2,2%) i la producció de material de transport per ferrocarril (3,0%).

De fet, aquesta visió, que anomenarem *favorable*, considera que una part substancial de l'augment de la productivitat del treball als EUA és estructural i s'escampa progressivament al conjunt de branques d'activitat, especialment a les intenses en l'ús de TIC. Per últim, un conjunt de treballs encara més recents (vegeu, Basu, Fernald i Shapiro (2001) i Council of Economic Advisers (2001)) aborda directament *l'estudi del component cíclic de l'acceleració de la productivitat del treball*²⁴. En síntesi, de la família d'estudis anteriors n'ha quedat evidència que els efectes sinèrgics del sector TIC cap a la resta de branques de l'economia existeixen. Ara bé, la pregunta fonamental és si aquests efectes són cíclics o estructurals, o dit d'una altra manera, si estan relacionats amb l'espectacular augment de la inversió en equipaments i software o bé si aquests efectes sinèrgics seran persistents en el temps. En aquest punt, els resultats encara no són concloents, sobretot per la dificultat de copsar els components cíclics no observables en un moment del cicle encara no finalitzat. Com assenyala l'FMI (2001):

En resum, tot i que l'evidència empírica suggereix que hi ha hagut una acceleració del creixement de la productivitat del treball als EUA durant als darrers cinc anys com a resultat de les TIC, encara hi ha una important incertesa sobre la magnitud i la duració de l'acceleració de la PTF. L'evidència d'un ràpid procés d'innovació tecnològica al sector TIC és incontestable. L'evidència sobre l'acceleració de la dependència del capital és forta (tot i que la inversió en mercaderies TIC tendeixi a la baixa – possiblement amb força intensitat- en el curt termini). Finalment, no hi ha evidència suficient que ens porti a la conclusió que hi ha hagut una tendència alcista en el creixement dels fonaments de la PTF fora del sector TIC, conjuntament amb una reorganització de la producció.' (IMF (2001). "The Information Technology Revolution" a *World Economic Outlook October 2001*, pàg. 115).

Fins ara hem vist, *per al cas dels EUA, com la dependència del capital i la PTF relacionades amb la inversió i la producció TIC han estat els elements subjacents a l'acceleració de la productivitat del treball a aquell país, mentre que no hem trobat evidència concloent en relació amb l'existència d'elements estructurals que expliquin l'acceleració de la PTF a la resta de branques de l'economia*. Hi ha alguna evidència empírica addicional al cas dels EUA?. Per a contestar a aquesta pregunta hem de recórrer als estudis del Departament d'Economia de l'OCDE (vegeu, Schreyer (2000) i Scarpetta, Bassanini, Pilat i Schreyer (2000)). El quadre 3.3. recull la descomposició del creixement econòmic del sector privat per un conjunt de països de l'OCDE, utilitzant un filtre per a aïllar els components estacionals²⁵, i per als períodes 1980-1990 i 1990-1998. A grans trets podem assenyalar que la *tendència de la productivitat hauria presentat un cert repunt alcista a alguns països de l'OCDE*, entre els quals destaquen *els països escandinaus, els EUA, Austràlia i Irlanda*, aquest darrer pels elevats ritmes de creixement del producte per càpita. La descomposició d'aquest increment de la productivitat del treball en dos dels seus factors, la dependència del capital i la PTF, ens diu que ambdós components han presentat un cert increment entre les dues dècades pel que fa al conjunt de països analitzats de l'OCDE, augment que, però, és més substantiu en el cas de la dependència del capital. Tot i això, s'aprecien avenços molt significatius de l'indicador d'eficiència global del sistema econòmic a Austràlia, Finlàndia i Irlanda i amb una millora

24. Utilitzant indicadors aproximatis com la utilització dels factors productius, l'acumulació del capital i els rendiments a escala aquests dos treballs arriben a conclusions dispars. Mentre el primer conclou que els components temporals afecten la variació de la productivitat del treball, l'altre troba elements estructurals en la determinació del creixement de la productivitat.

25. En aquest treball els autors utilitzen un *filtre de Hodrick-Preston ampliat*, que bàsicament el que fa és utilitzar una mitjana mòbil simètrica i de llarg termini per a desestacionalitzar les sèries macroeconòmiques. Concretament, en el cas del PIB, es planteja una minimització de les fluctuacions de l'output actual en relació amb la seva tendència subjecte a una restricció relativa a la taxa de creixement de la tendència de l'output. Un ampli compendi d'aquest i d'altres filtres per a la minimització dels efectes estacionals, així com l'anàlisi dels efectes de la nova economia sobre l'output potencial és el treball de McMorrow i Roeger (2001).

també als EUA²⁶. En resum, podem afirmar que *durant la dècada dels noranta, i en particular a partir del 1995, un ampli conjunt de països de l'OCDE han presentat millores significatives de la taxa de creixement de la productivitat, millores que s'expliquen per un avenç significatiu de l'eficiència del sistema econòmic (PTF), però també per una intensificació dels usos del capital*. Igual que amb el cas dels EUA, a continuació analitzarem el paper que han jugat les tecnologies de la informació i la comunicació en l'explicació de les millores en la tendència de la productivitat.

Quadre 3.3. Descomposició del creixement econòmic del sector privat a l'OCDE. 1980-1998

Taxes de variació interanual en percentatges. Dades originals en tendències i en dòlars PPA del 1995

	PIB		Ocupació		Productivitat ¹		Dependència capital ²		PTF	
	1980-90	1990-98	1980-90	1990-98	1980-90	1990-98	1980-90	1990-98	1980-90	1990-98
EUA	3,1	3,3	2,0	1,9	1,1	1,4	1,1	0,6	0,8	1,1
Japó	4,0	2,5	1,3	0,6	2,7	1,8	4,9	4,7	1,6	0,7
Alemanya ³	2,3	1,6	0,5	-0,5	1,8	2,1	2,9	3,7	1,1	1,0
França	2,3	1,7	-0,2	0,0	2,4	1,7	2,3	2,3	1,6	0,9
Itàlia	2,5	1,7	0,5	-0,6	2,0	2,3	2,7	3,5	1,2	1,1
Gran Bretanya	3,0	2,1	0,6	0,6	2,3	1,5	1,8	1,2	n.d.	1,2
Canadà	2,8	2,5	1,7	1,4	1,1	1,1	1,8	0,9	0,3	0,7
Austràlia	3,5	4,1	2,1	1,8	1,4	2,2	1,5	0,1	0,8	2,1
Àustria	2,3	2,4	0,0	0,4	2,4	2,0	4,0	4,7	1,0	0,6
Bèlgica	2,1	2,0	0,0	0,4	2,1	1,5	3,1	3,0	1,1	0,7
Dinamarca	2,0	2,9	0,3	0,0	1,7	2,9	3,4	2,8	0,6	1,8
Finlàndia	2,6	2,1	-0,7	-1,9	3,4	4,0	4,1	2,8	2,2	3,1
Grècia	1,6	1,8	0,5	0,7	1,1	1,1	2,7	1,8	0,6	0,3
Irlanda	4,0	6,6	-0,1	3,4	4,2	3,2	2,4	-0,1	3,4	3,5
Holanda	2,2	3,0	0,7	1,7	1,4	1,3	2,7	1,6	1,1	1,0
Nova Zelanda	1,6	3,0	0,4	2,3	1,2	0,6	1,7	-1,1	0,6	1,1
Noruega	1,4	2,6	0,0	0,4	1,4	2,2	3,4	1,6	0,7	1,9
Portugal	2,7	2,4	0,8	0,2	1,9	2,2	2,9	n.d.	1,7	1,8
Espanya	2,4	2,3	-0,3	0,5	2,7	1,8	4,8	3,8	1,6	0,6
Suècia	2,0	1,6	0,2	-1,2	1,8	2,8	2,6	2,4	0,9	1,7
Suïssa	2,2	0,8	1,3	-0,1	0,9	0,9	n.d.	3,5	0,1	-0,1
UE ⁴	0,6	1,3	0,4	1,3	0,8	0,8	0,8	1,3	0,8	1,0
OCDE ⁵	0,7	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8	1,1	1,6	0,7	0,9

1. PIB per ocupat. 2. Creixement de la ràtio capital-treball ajustada per hora treballada. 3. Dades de l'exRFA per al període 1980-1990. 4. Exclou Luxemburg. 5. Exclou la República Txeca, Hongria, Islàndia, Corea, Mèxic, Polònia i Turquia.

Font: Reproduït d'Scarpetta, Bassanini, Pilat i Schreyer (2000).

L'anàlisi de l'impacte de les TIC sobre el creixement de la productivitat als estudis realitzats per un conjunt de països s'ha focalitzat, bàsicament, des de dues perspectives. Un primer conjunt d'estudis (vegeu, Schreyer (2000), Colecchia (2001), Daveri (2001) i Roeger (2001)) estima la contribució de les TIC a la dependència del capital utilitzant la teoria convencional sobre la comptabilització del creixement econòmic, mentre que un altre focus d'anàlisi (vegeu, Pilat i Lee (2001), Van Ark (2001) i BCE (2001)) estudia el paper que juguen el sectors productius, tant el sector TIC com els sectors que usen les TIC, en l'explicació de

26. Aquests resultats són plenament consistents amb un exercici similar fet per l'OCDE (2000b) el qual determina que per al període 1995-1997 els països amb una expansió més significativa de la productivitat van ser Irlanda, Finlàndia, Austràlia i els EUA, essent la PTF l'element determinant en l'explicació de l'avenç del producte per càpita.

l'avenç del creixement econòmic. La primera aproximació recollida al quadre 3.4 ens mostra com *la inversió en les tecnologies digitals (dependència del capital basada amb les TIC) ha realitzat una important contribució al creixement econòmic d'un important grup de països. A grans trets, podem xifrar aquesta contribució lleugerament per sota del punt percentual en el cas dels EUA i a l'entorn del mig punt percentual en el cas de la resta de països del G7.*

Quadre 3.4. Contribució de la dependència del capital del sector TIC al creixement del PIB als països del G7. 1991-1999

En punts percentuals

	Colecchia (1995-1999)	Daveri (1991-1999)	Roeger (1995-1999)
Canadà	0,4	n.d.	n.d.
França	0,4	0,4	0,3
Alemanya	0,3	0,5	0,3
Itàlia	0,3	0,3	0,3
Japó	0,3	n.d.	n.d.
Gran Bretanya	n.d.	0,8	0,4
EUA	0,9	0,9	0,7

Font: Elaboració pròpia a partir de Colecchia (2001), Daveri (2001) i Roeger (2001).

A més, un recent estudi de Colecchia i Schreyer (2001), utilitzant un deflactor de preus hedònic i harmonitzat per al conjunt de països analitzats, certifica la importància de l'acumulació (dependència o intensificació) del capital TIC en l'explicació del creixement econòmic. Tal i com es desprèn del quadre 3.5, l'aportació de la inversió en tecnologies digitals²⁷ al conjunt del creixement econòmic dels països analitzats s'ha situat durant la segona meitat de la dècada dels noranta en un interval entre els 0,4 i els 0,9 punts percentuals, interval que a la primera meitat de la dècada dels vuitanta estava entre els 0,2 i els 0,4 punts percentuals. Els EUA són el país amb una contribució més elevada (0,87 punts percentuals de mitjana en el període 1995-2000), seguits d'Austràlia (0,68), Finlàndia (0,62 punts en el període 1995-1999) i Canadà (0,57). La resta països (França, Alemanya, Itàlia, Japó i la Gran Bretanya) se situen lleugerament per sota del mig punt percentual, oscil·lant entre els 0,48 punts de la Gran Bretanya i els 0,35 punts de França. De fet, es important assenyalar que la importància relativa que la inversió en TIC suposa en l'explicació del creixement econòmic. Aquesta ràtio supera, i de llarg, la participació del sector sobre el conjunt de l'activitat productiva, i se situa en un interval entre el 10 i el 35% de tot l'augment del PIB del sector privat. En síntesi, podem resumir aquesta important aportació a la mètrica de l'aportació del sector TIC al creixement econòmic afirmant que: *els EUA no són l'únic país que s'ha beneficiat dels efectes positius sobre el creixement econòmic de la inversió en TIC, en particular hem de citar els casos de Canadà, Austràlia i Finlàndia, per bé que els altres grans països analitzats han presentat una contribució del sector TIC menys important, però també creixent en el temps.*

27. Ja hem assenyalat més amunt per al cas dels EUA que aquesta tipologia d'inversió ha estat un dels components de la demanda més dinàmica durant la segona meitat de la dècada dels noranta. Doncs bé, utilitzant dades nominals els autors determinen que la inversió TIC ha suposat entre el 1995 i el 2000 prop de la tercera part de la inversió privada no residencial a Finlàndia, Canadà i Austràlia, mentre que als altres cinc països analitzats aquest percentatge se situa a l'entorn del 15%.

Això, ens porta a afirmar que *la consolidació d'un sector productiu TIC important és condició necessària, però no suficient, per a l'impacte de les tecnologies digitals sobre el creixement econòmic*. Els casos d' Austràlia i Canadà suggereixen que la difusió de les TIC juga un paper important en la contribució al creixement econòmic d'aquestes tecnologies, sense que això vagi acompanyat d'un sector productiu TIC molt desenvolupat.

Quadre 3.5. Contribució de la inversió del sector TIC al creixement del PIB. 1980-2000

Taxes de creixement del PIB del sector privat en mitjanes anuals, aportació al creixement econòmic de la inversió TIC en punts percentuals i percentatges de contribució al creixement econòmic de l'acumulació de capital TIC. Dades originals en dòlars deflactats per un índex de preus harmonitzat

	Austràlia	Canadà	Finlàndia	França	Alemanya	Itàlia	Japó	G. Bretanya	EUA
<i>Creixement del PIB</i>									
1980-1985	3,39	2,66	2,80	1,48	1,13	1,54	3,31	2,59	3,35
1985-1990	3,79	2,90	3,42	3,46	3,59	3,04	5,14	3,90	3,31
1990-1995	3,37	1,79	-0,70	0,97	2,22	1,44	1,33	2,12	2,64
1995-1999	4,72	4,09	5,62	2,60	1,73	1,93	1,10	3,48	4,43
1995-2000	4,62	4,20	n.d.	2,81	2,06	n.d.	n.d.	3,55	4,40
<i>Aportació al creixement econòmic de la inversió en TIC</i>									
1980-1985	0,29	0,30	0,28	0,18	0,20	0,23	0,18	0,18	0,44
1985-1990	0,46	0,33	0,42	0,22	0,27	0,31	0,30	0,29	0,43
1990-1995	0,48	0,30	0,24	0,18	0,30	0,21	0,31	0,27	0,43
1995-1999	0,66	0,51	0,62	0,33	0,35	0,36	0,38	0,47	0,86
1995-2000	0,68	0,57	n.d.	0,35	0,38	n.d.	n.d.	0,48	0,87
<i>Contribució relativa de l'aportació al creixement de la inversió TIC sobre el PIB</i>									
1980-1985	8,6	11,3	10,0	12,2	17,7	14,9	5,4	6,9	13,1
1985-1990	12,1	11,4	12,3	6,4	7,5	10,2	5,8	7,4	13,0
1990-1995	14,2	16,8	-	18,6	13,5	14,6	23,3	12,7	16,3
1995-1999	14,0	12,5	11,0	12,7	20,2	18,7	34,5	13,5	19,4
1995-2000	14,7	13,6	n.d.	12,5	18,4	n.d.	n.d.	13,5	19,8

Font: Reproduït de Colecchia i Schreyer (2001). [On-line]. Disponible a URL:<http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>.

La segona aproximació, recollida al quadre 3.6, ens mostra la contribució del sector TIC²⁸ i dels sectors intensius en els usos de TIC²⁹ al creixement de la productivitat i del PIB per un conjunt de països. *Aquest enfocament suggereix que els sectors productors i intensius en l'ús de TIC han contribuït entre 0,5 i 1,4 punts percentuals al creixement econòmic d'un conjunt ampli de països* (vegeu, Van Ark (2001)), o el que és el mateix han explicat entre un 28% (Dinamarca) i un 57% (Japó) del creixement econòmic en el període 1990-1998. A més, és important destacar que per al conjunt de països del G7 la contribució dels sectors

28. Seguint la classificació de l'OCDE (2000c) aquests treballs integren en el sector TIC la maquinària d'oficina, de càlcul i els ordinadors, l'equipament de ràdio, televisió i comunicacions i els serveis postals i de telecomunicacions, així com el software i els serveis informàtics.

29. En el treball de Van Ark, els sectors intensius en els usos de TIC són la indústria manufacturera de productes químics, la maquinària elèctrica i aparells i els instruments mèdics, òptics i de precisió, així com els serveis d'intermediació financera, les assegurances, els lloguers de maquinària i equip, la investigació i el desenvolupament i les altres activitats empresarials, que inclouen els serveis a les àrees funcionals de les empreses. En el treball de Pilat i Lee es consideren activitats intensives en l'ús de TIC el comerç a l'engròs i al detall, els serveis financers i les assegurances, els serveis a les àrees funcionals a l'empresa i la investigació i el desenvolupament.

intensius en els usos de TIC ha estat més rellevant que el propi sector TIC. Pel que fa a l'increment de la productivitat del treball (vegeu, Pilat i Lee (2001)), *la contribució del sector TIC i de les branques productives intensives en el seu ús també ha estat rellevant als països analitzats durant la segona dècada dels noranta*, ja sigui per una important contribució del sector productiu de les tecnologies digitals (en especial Finlàndia), ja sigui per la notable aportació dels usos intensius de les TIC (EUA, Dinamarca i Gran Bretanya)³⁰. *Pel que fa a la PTF, l'evidència trobada és mixta*. Per un costat, països amb un important pes relatiu del sector TIC, com Finlàndia, Irlanda i els EUA, han presentat un important repunt alcista 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, han presentat avenços pràcticament imperceptibles de la PTF. Tot i això, altres països amb un pes relatiu del sector TIC petit, com Austràlia, han presentat una notable acceleració de la PTF, cosa que suggereix que l'existència d'un sector TIC desenvolupat no és necessari per l'acceleració de la PTF.

Quadre 3.6. Contribució del sector TIC i de les activitats intensives en usos TIC al creixement del PIB i de la productivitat del treball d'alguns països. 1990-1999

Mitjanes de creixement en punts percentuals i percentatges

	Van Ark (1990-1998)					Pilat i Lee (1995-1999)		
	PIB (A)	Total TIC (B=C+D)	Intensius TIC (C)	Sector TIC (D)	TIC/Total (B/A)	Productivitat	Intensius TIC	Sector TIC
Canadà	2,1	0,8	0,6	0,2	38,1	0,9	0,41	n.d.
Dinamarca	1,8	0,5	0,3	0,2	27,8	0,9	0,73	0,23
Finlàndia	1,6	0,7	0,0	0,7	43,8	2,7	0,71	0,59
França ²	1,3	0,5	0,2	0,3	38,5	1,3	n.d.	n.d.
Alemanya ¹	1,1	0,5	0,4	0,1	45,5	1,7	0,62	0,49
Itàlia	1,4	0,7	0,5	0,2	50,0	0,7	-0,02	0,23 ³
Japó ²	1,4	0,8	0,5	0,3	57,1	0,8	0,55	0,13 ⁴
Holanda	2,5	1,0	0,7	0,3	40,0	0,7	0,16	0,17 ⁵
Gran Bretanya	2,1	1,0	0,6	0,4	47,6	1,2	0,74	0,23 ⁶
EUA	3,2	1,4	0,9	0,5	43,8	1,8	1,72	n.d.

1. Dades per al període 1991-1997 en l'estimació de Van Ark i per al període 1995-1997 en l'estimació de Pilat i Lee. 2. Dades pel període 1995-1998. 3. No inclou la contribució del subsector d'equipaments de ràdio, TV i comunicacions. 4. Només inclou la contribució dels serveis de telecomunicacions. 5. Només inclou les aportacions dels subsectors de software i serveis i telecomunicacions. 6. Només inclou la contribució del subsector de telecomunicacions.

Font: Elaboració pròpia a partir de Van Ark (2001) i Pilat i Lee (2001).

D'altra part, també hem d'assenyalar que la difusió de les TIC a un important conjunt de països, entre ells els grans països de la UE, amb l'excepció de la Gran Bretanya, i al Japó evoluciona a un ritme més lent. En aquest sentit, hem de citar un treball del BCE (2001),³¹ que atribueix a *la intensificació del capital, basat en les TIC, una part significativa de l'acceleració del creixement econòmic a l'àrea de l'euro la segona meitat de la dècada dels noranta, si bé la contribució de la PTF s'hauria afeblit considerablement*. En efecte, com

30. De nou, volem subratllar que l'aparició d'aquests efectes sinèrgics del sector TIC cap a altres branques de l'economia, en especial el comerç i els serveis financers no fa res més que confirmar l'evidència empírica disponible a nivell sectorial i empresarial. Vegeu els treballs de Cette i alt. (2000) per a França, d'Oulton (2001) per a la Gran Bretanya i de l'EPA (2000) per al Japó. A més, dos treballs recents que evidencien aquesta relació són els de Brynjolfsson i Hitt (2000a) i Yang i Brynjolfsson (2001). Un bon compendi de les implicacions micro i macroeconòmiques del procés de digitalització és el de Brynjolfsson i Kahin (2000).

31. Es tracta d'un exercici de comptabilitat del creixement per a Alemanya, França, Itàlia i Holanda, que representen al voltant del 75% del PIB de l'àrea de l'euro, en els períodes 1991-1995 i 1996-1999.

s'aprecia al quadre 3.7, el creixement econòmic als quatre països esmentats ha passat d'un 1,5% de mitjana anual el període 1991-1995 a un 1,9% de mitjana el període 1996-1999. La descomposició d'aquest creixement mostra que la contribució de la intensificació del capital TIC ha passat de 0,22 punts percentuals la primera part dels noranta a 0,42 punts la segona meitat de la dècada (o el que és el mateix, d'un 14 a un 22% del creixement). La intensificació de la resta del capital hauria reduït la seva participació (des d'un 37 a un 24% de l'increment del VAB), mentre que les hores treballades haurien presentat la trajectòria inversa, amb un important rebrot de la participació al creixement d'aquest component de l'activitat (des d'una aportació negativa propera a 0,7 punts percentuals en el període 1991-1995 a una de positiva de 0,4 punts percentuals en el període 1996-1999). Finalment, la PTF hauria presentat un notable afebliment en l'explicació del creixement econòmic a aquests països de l'àrea de l'euro, ja que hauria passat d'aportar 1,41 punts percentuals al creixement econòmic la primera meitat dels noranta a 0,61 punts la segona, que en termes relatius suposa passar d'explicar la pràctica totalitat del creixement econòmic a explicar-ne només una tercera part³².

Quadre 3.7. Descomposició del creixement del VAB a alguns països de l'àrea de l'euro¹. 1991-1999

Punts percentuals d'aportació a la taxa mitjana de creixement i percentatges de contribució relativa. Dades originals en mm d'ECUs desestacionalitzats del 1995

	Contribució absoluta		Contribució relativa	
	1991-1995	1996-1999	1991-1995	1996-1999
VAB a preus constants	1,5	1,9	100,0	100,0
Capital TIC	0,22	0,42	14,4	21,8
Equips informàtics	0,09	0,15	5,9	7,8
Programes informàtics	0,08	0,22	5,2	11,4
Equips de comunicacions	0,05	0,05	3,3	2,6
Altre capital	0,56	0,47	36,6	24,4
Hores treballades	-0,66	0,43	-43,1	22,3
Productivitat Total dels Factors	1,41	0,61	92,2	31,6

1. França, Alemanya, Itàlia i Holanda.

Font: Reproduït del BCE (2001).

A tall 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 afirmant que:

- Primer, el fort increment de la inversió en equipaments i software als EUA explica bona part del repunt alcista del creixement econòmic i de la productivitat a aquell país.

32. Igual que en el cas dels EUA, l'anàlisi de l'impacte estructural de les TIC sobre el conjunt de la PTF a altres països presenta resultats ambigus. Alguns estudis, com el de Gramlich (2001) han trobat un cert efecte positiu entre l'acceleració de la PTF a 14 països desenvolupats i la despesa en TIC. Ara bé, a altres investigacions (vegeu, Haacker i Morsink (2001)) l'elasticitat entre la despesa en TIC i la PTF també s'ha trobat relacionada amb elements cíclics, com el període d'estimació i el conjunt de països inclosos.

En efecte, la dependència del capital i la PTF relacionades amb la inversió i la producció TIC han estat els elements subjacents de les millores tendencials de la productivitat als EUA. A més, també *s'ha acumulat evidència, des de la perspectiva sectorial, en relació amb el fet que les millores de la productivitat s'escampen progressivament a la resta de branques d'activitat*, en especial al sector financer, el comercial, el de transport i algunes indústries manufactureres. Finalment, encara *no s'ha trobat una evidència concloent que demostrï l'existència d'elements estructurals en l'explicació de les importants millores d'eficiència global de l'economia dels EUA*.

- Segon, *a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta un conjunt de països de l'OCDE també han presentat millores significatives en l'avenç tendencial de la productivitat*. De fet, *s'ha trobat evidència concloent en relació amb el fet que la inversió en TIC explica bona part del creixement econòmic dels països analitzats*, en especial a Austràlia, Finlàndia i el Canadà. Les aproximacions sectorials també certifiquen la importància del sector TIC en el creixement del PIB i de la productivitat, a l'hora que evidencien *la progressiva importància dels efectes sinèrgics de l'ús intensiu d'aquestes tecnologies* (en especial a Dinamarca i a la Gran Bretanya).
- Tercer, *l'evidència relativa a les millores en l'eficiència global del sistema econòmic (PTF), com a resultat de la utilització intensiva de les TIC, és mixta*. Alguns països com Finlàndia, Noruega, Suècia, Irlanda i Austràlia han presentat notables millores d'eficiència durant la segona meitat de la dècada dels noranta, per bé que al Japó i als quatre grans països de l'àrea de l'euro no s'aprecien avenços, més aviat el contrari, en aquest indicador d'eficiència.
- I, quart, *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 recents³³, així com *la vinculació entre les TIC i les habilitats de la força de treball*³⁴ i la *consideració residual de l'indicador habitual d'eficiència econòmica*³⁵ podrien

33. Ja hem comentat més amunt que no tots els països consideren igual la inversió en TIC. Efectivament, la comptabilitat nacional de la majoria de països de l'OCDE encara considera aquest capítol com una despesa intermèdia que no afegeix valor afegit, de la mateixa manera que el càlcul dels deflactors de preus encara està esbiaixat per la consideració dels components fixos i per la manca d'instruments que recullin les millores de qualitat. Arribats a aquest punt, és important destacar que els països que tenen la comptabilitat nacional més avançada en l'objectiu de recollir millor els canvis en l'economia real que genera l'ús intensiu de les TIC són, precisament, alguns dels països on la millora de l'eficiència global del sistema és més significativa. Per últim, hem de citar dins de la consideració dels problemes en les mètriques, la manca d'estadístiques actualitzades. Aquest fet és especialment important, ja que en un fenomen tant recent la consideració d'un any més en la sèrie a estudiar pot resultar cabdal si el que volem és aproximar-nos a un fenomen progressiu en una realitat canviant. Un bon compendi dels problemes de mesura a nivell macroeconòmic vinculats amb el desenvolupament del procés de digitalització és el de Moulton (2000).

34. A ningú no se li escapa que l'aplicació econòmica de qualsevol tipus de tecnologia té unes barreres d'entrada a l'hora de ser utilitzades per la força de treball, ja que les habilitats i capacitats dels treballadors s'han d'adaptar a la nova tecnologia. Si a aquest fet, li sumem la consideració que amb les TIC el volum de coneixement disponible, per a explorar noves línies de negoci i per a millorar i ampliar les existents, ha crescut de manera exponencial, segurament explicarem bona part de l'increment recent de les hores treballades a molts països de l'OCDE.

35. El BCE (2001) resumeix molt bé aquest element limitador de l'expansió de l'eficiència econòmica: "*En teoria, el creixement de la productivitat total dels factors hauria de reflectir un augment de l'eficiència en el sistema*

subestimar alguns dels resultats obtinguts pel que fa als modestos avenços de la PTF a alguns països. Tot i això, a ningú no se li escapa que *hi ha elements més estructurals que tenen la seva incidència en les diferències d'eficiència econòmica entre països*. Com assenyalen Pilat i Lee (2001), *les capacitats de la força de treball per a utilitzar les TIC, les limitacions de capacitat per ajustar els processos productius a les TIC, les dificultats d'accés al finançament i la competència insuficient en subsectors estratègics per a la difusió i la comercialització de les TIC, com el de les comunicacions, en serien alguns dels elements més significatius*.

En síntesi, podem concloure aquesta revisió de la literatura empírica internacional afirmant que *s'acumula una evidència concloent en relació amb el fet la inversió en les tecnologies digitals explica bona part de l'increment de la productivitat i del creixement econòmic d'alguns països. A més, l'aproximació sectorial confirma un cert efecte sinèrgic en l'ús intensiu d'aquestes tecnologies cap alguna de la resta de branques d'activitat, cosa que ens porta a afirmar que algun element nou hi ha al darrere de la recent acceleració de la PTF a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta*.

Tanmateix, dues qüestions clau encara queden per respondre. La primera, el repunt alcista dels components de la PTF no vinculats físicament (*embodied*) amb els inputs tenen el seu origen en els efectes sinèrgics i les externalitats de xarxa derivats de la inversió en TIC?. I, segona, aquesta acceleració és cíclica o estructural?. Dit d'una altra manera, *la literatura empírica internacional ens ha evidenciat que hi ha uns clars efectes macroeconòmics de la inversió en TIC sobre l'avenç de la productivitat i el creixement econòmic i també sobre l'eficiència del sistema econòmic. Ara bé, aquesta literatura no ens explica les causes d'aquests efectes ni tampoc si aquesta evidència és estructural o conjuntural*. Com assenyalen Bassanini, Scarpetta i Visco (2000):

Per concloure, hi ha alguna evidència que suporta la percepció que alguna cosa nova està passant, especialment en la connexió entre la difusió de les TIC i l'acceleració de la taxa de creixement de la PTF. Tanmateix, encara és aviat per afirmar, inclusiu als EUA, si el recent repunt alcista del component no físicament vinculable amb cap factor productiu de la PTF està relacionat amb la presència d'efectes sinèrgics i d'externalitats de xarxa (vinculades amb Internet i el comerç electrònic) o si té un caràcter cíclic (o no). ' (A. Bassanini, S. Scarpetta i I. Visco (2000). "Knowledge, Technology and Economic Growth: Recent Evidence from OCDE Countries", *OCDE Economics Department Working Papers 259*, pàg. 6).

De fet, i com ja hem vist a l'inici del capítol, durant la segona meitat de la dècada dels noranta i per un conjunt de països de l'OCDE, els efectes sinèrgics de l'acumulació de coneixement observable, mesurat en termes d'habilitats eficients, han augmentat significativament. Doncs bé, aquesta aproximació, basada en les connexions del coneixement cap al conjunt de l'activitat productiva, és la que utilitzarem per estudiar com la manifestació d'aquest recurs ha adquirit una progressiva importància econòmica. En concret, es tracta de veure com una de les principals manifestacions del coneixement a l'actualitat explica un part creixent de la producció agregada a alguns països de l'OCDE. L'objectiu d'aquesta darrera fase de la nostra investigació és avançar en l'explicació de les causes de l'acceleració del

productiu. Així, qualsevol externalitat positiva de la inversió en TIC hauria de quedar reflectida en un increment de la taxa esperada de creixement de la productivitat total dels factors. Tanmateix, atès que aquest creixement és un terme residual, capta tots els elements que no estan inclosos en les taxes de creixement dels factors capital i treball i, per tant, també recull l'impacte de les variables omeses com la qualitat del factor treball o qualsevol altre biaix degut, per exemple, a problemes de mesura".

creixement tendencial de la productivitat a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta.

3.3. Coneixement, productivitat i creixement econòmic: una contribució empírica

‘Les principals fonts del creixement de la productivitat, com veurem més endavant, es deriven de les millores de la qualitat del treball i del capital i d’altres fonts, no sempre ben mesurades, relacionades amb el producte de la inversió formal i informal en I+D dels individus, les empreses i els governs, així com la contribució de la ciència i altres efectes sinèrgics’. (Zvi Griliches (1994). “Productivity, R&D, and the Data Constraint”, *American Economic Review*, 84, pàg. 1).

Per estudiar l’impacte del coneixement sobre el creixement econòmic considerem un model de creixement econòmic neoclàssic augmentat amb presència d’innovació tecnològica, en base al treball de Mankiw, Romer i Weil (1992). En concret, la inversió en capital físic s’estén per a incloure la inversió en capital humà i en coneixement. Com evidencia el treball de Nonneman i Vandhout (1996), el model inicial de Solow (1957) es pot estendre per a cobrir m tipus de capital, de manera que una funció de producció del tipus Cobb-Douglas es pot escriure, tal i com fan Antonelli (1995), De la Fuente (1999) i Pohjola (2001), de la forma següent³⁶:

$$Y(t) = K_1(t)^{\alpha_1} K_2(t)^{\alpha_2} \dots K_m(t)^{\alpha_m} [A(t)L(t)]^{(1-\sum_{i=1}^m \alpha_i)} \quad (xix)$$

On K_i són els diferents tipus de capital ($i=1,2 \dots m$), L és el treball, A és l’estat de la tecnologia i α_i són els coeficients que mesuren l’elasticitat de les diferents dotacions de capital en relació al producte final. Per exemple, si suposem que $K_1(t)$ representa l’estoc de capital físic; aleshores un increment de l’1% d’aquest input es traduiria, mantenint constants les altres dotacions de capital i el nivell d’eficiència tècnica, en un increment d’ $\alpha_1\%$ en el producte agregat. A més, el model considera que una fracció (s_i) es invertida per a cada tipus de capital i defineix $k_i (=K_i/AL)$ com l’estoc de cada tipus de capital per unitat efectiva de treball i $y (=Y/AL)$ com el nivell d’output per unitat efectiva de treball. Totes aquestes especificacions, com ja hem vist al capítol 2, ens condueixen a un sistema d’equacions diferencials de la forma:

$$\dot{k}_i(t) = s_i y(t) - (a + n + \delta_i) k_i(t); \quad \forall i = 1, 2, \dots m \quad (xx)$$

On δ_i són les taxes de depreciació de cada tipus de capital³⁷, a és la taxa d’avenç del progrés tecnològic i n l’avenç de la població. Si rescrivim l’equació (xix) en la seva forma intensiva tenim que:

$$y(t) = k_1(t)^{\alpha_1} k_2(t)^{\alpha_2} \dots k_m(t)^{\alpha_m} \quad (xxi)$$

36. De fet, aquest model no és res més que una versió ampliada, amb el capital humà i el capital coneixement, del model de Solow, que hem vist a l’apartat 2.3.3.

37. Més endavant relaxarem aquesta hipòtesi i considerarem que la depreciació de totes les tipologies de capital és la mateixa.

Si substituïm aquestes expressions a l'equació (xxi) i prenem logaritmes, el valor de l'output per treball efectiu a l'estat estacionari es pot expressar com:

$$\begin{aligned} \ln \bar{y}^* &= \frac{\alpha_1}{1 - \sum \alpha_i} [\ln s_1 - \ln (a + n + \delta_1)] + \dots \\ &+ \frac{\alpha_m}{1 - \sum \alpha_i} [\ln s_m - \ln (a + n + \delta_m)] \end{aligned} \quad (xxii)$$

D'aquesta manera, l'estat estacionari del nivell d'output per treballador, això és la productivitat del treball, està positivament relacionat amb les taxes d'estalvi de cadascun dels tipus de capital i negativament amb les taxes de creixement de la població i la depreciació del capital³⁸. Com que el nostre focus d'interès, en el context d'aquest model, és l'estudi de l'impacte del *capital coneixement* sobre el nivell i el creixement de la productivitat del treball, el nombre de capitals incorporats a la funció de producció agregada es redueix a tres: el *capital físic* (K_f), el *capital humà* (K_h) i el *capital coneixement* (K_k). Si assumim, com assenyalava Pohjola (2001), que el nivell tecnològic és el mateix a tots els països excepte una especificitat tecnològica característica de cada país recollida en el terme d'error ε_j , l'especificació empírica obtinguda per al nivell observable d'output per treballador al país j presenta la forma:

$$\begin{aligned} \ln (Y / L)_j &= \alpha_0 + \frac{\alpha_f}{1 - \beta} \ln s_{ff} + \frac{\alpha_h}{1 - \beta} \ln s_{hj} + \frac{\alpha_k}{1 - \beta} \ln s_{kj} \\ &- \frac{\alpha_f + \alpha_h + \alpha_k}{1 - \beta} \ln (a + n_j + \delta) + \varepsilon_j \end{aligned} \quad (xxiii)$$

On $\alpha_0 = \ln A(0) + a$, $\beta = \alpha_f + \alpha_h + \alpha_k$ i $\beta \leq 1$ per assumptió. El terme d'error reflecteix les diferències, no només tecnològiques entre països, sinó també altres elements com els atributs dels recursos i els determinants institucionals³⁹. Aquest model prediu que els països assolixen l'estat estacionari en funció dels elements especificats a l'equació (xxiii). En aquest sentit, i seguint el treball de Mankiw, Romer i Weil (1992), s'ha incorporat una especificació

38. Això no vol dir en cap cas que l'output per treballador (sense ponderació tecnològica) no depengui de la taxa de progrés tecnològic. Tot el contrari, és que, en aquest model, la renda per unitat d'eficiència és constant a l'estat estacionari, la renda per treballador augmenta, precisament, amb la dinàmica de la innovació tecnològica. Vegeu, l'apartat 2.3.3.

39. És important assenyalat que l'especificació presentada assumeix una taxa de depreciació igual per a tots els països i els tipus de capital. Això, és el resultat de la inexistència de dades específiques per països que ens permetin establir diferents taxes de depreciació. A més, com assenyalen Temple (1998) i Schreyer (2001) hi ha una elevada correlació entre les diferents taxes de depreciació del capital, la qual cosa ens condueix a afirmar que l'impacte sobre els paràmetres d'interès (l'anàlisi de les elasticitats de la inversió per un conjunt de països) és relativament petit.

que mesura la convergència entre països i que presenta la forma:

Aquesta especificació, on $\lambda = \beta(a+n+\delta)$ i mesura la velocitat de convergència no ens diu res més que la convergència en nivells de productivitat està en funció de l'estat estacionari, això és dels estocs de capital, i del nivell inicial de productivitat. De fet, els valors de l'estat estacionari de l'equació (xxiii) es poden interpretar novament en funció d'aquest indicador de convergència, de manera que obtenim una especificació per a l'anàlisi empírica dels avenços en el nivell de productivitat del tipus:

$$\begin{aligned} \ln [Y(t) / L(t)]_j - \ln [Y(0) / L(0)]_j &= \theta \ln A(0) + at + \theta \frac{\alpha_f}{1-\beta} \ln s_{ff} \\ &+ \theta \frac{\alpha_h}{1-\beta} \ln s_{hj} + \theta \frac{\alpha_k}{1-\beta} \ln s_{kj} \\ &- \theta \frac{\alpha_f + \alpha_h + \alpha_k}{1-\beta} \ln (a + n_j + \delta) \\ &- \theta \ln [Y(0) / L(0)] + \varepsilon_j \end{aligned} \tag{xxiv}$$

On $\theta = (1 - e^{-\lambda t})$

En conseqüència, ja estem en disposició d'estimar, tant el nivell (expressió xxiii) com la variació (expressió xxiv) de la productivitat, en funció de les tres tipologies de capital especificades per un conjunt de països. Abans, però, hem de presentar els indicadors seleccionats per a l'estimació de variables. El quadre 3.8 recull els indicadors utilitzats i les fonts estadístiques per a l'estimació economètrica. Pel que fa a la variable depenent, l'indicador de productivitat emprat ha estat el PIB per càpita en edat de treballar (això és entre 15 i 64 anys) i en termes reals⁴⁰. Els indicadors escollits per a les variables independents són la taxa de creixement de la població en edat de treballar⁴¹ com a proxy al creixement de la població activa, la participació de la inversió (FBCF) sobre el PIB real⁴² com a indicador del capital físic, el percentatge de població a l'educació secundària sobre la població en edat de treball⁴³ com a proxy del capital humà i la despesa en TIC sobre el PIB en termes reals⁴⁴ com a indicador del capital coneixement⁴⁵.

Quadre 3.8. Els indicadors de mesura de la productivitat agregada

40. Les dades del 1980 i del 1995 són del Banc Mundial (1998), mentre que per al 2000 s'ha actualitzat la sèrie a partir de les dades de Maddison (2001) i de les projeccions de l'FMI.

41. Les dades del Banc Mundial (1998) per al període 1980-95, s'han actualitzat fins al 2000 amb les taxes de creixement d'aquest indicador de població que subministra l'OCDE.

42. Aquest indicador de capital físic s'ha obtingut per al període 1980-1992 del treball de Summers i Heston, mentre que la seva dinamització fins al 1999 s'ha realitzat amb base a les dades de l'ITU.

43. La font estadística d'aquest indicador, que comprèn el període 1980-1996, prové de la base de dades, disponible a Internet de la UNESCO.

44. La participació de la despesa en TIC sobre el PIB, com a indicador de la inversió en coneixement, s'ha obtingut en base a les dades, més completes que les d'altres fonts, de l'OCDE (2001c). Com ja hem vist a l'inici del capítol hi ha una important correlació entre aquest indicador de despesa i la producció de coneixement, cosa que ens permet utilitzar-lo com a indicador del capital coneixement.

Variable	Indicador	Descripció i font
(Y/L) 1980 (Y/L) 1995 (Y/L) 2000	PIB per càpita en edat de treballar	PIB a preus internacionals del 1987 en PPC i població entre 15 i 64 anys. Font: Banc Mundial (1998), OCDE (2000d), Maddison (2001) i FMI (2001).
n	Augment de la població	Variació de població en edat de treballar. Període 1980-2000 Font: Banc Mundial (1998) i OCDE (2000d)
S _f	Capital físic	FBCF sobre el PIB en termes reals. Període 1980-1999 Font: Summers i Heston i ITU (2001)
S _h	Capital humà	Població a l'educació secundària sobre població en edat de treballar. Període 1980-1996. Font: UNESCO (2001)
S _k	Capital coneixement	Despesa TIC sobre el PIB en termes reals Període 1989-2000. Font: OCDE (2001c)

Font: Elaboració pròpia.

Pel que fa a les estimacions del model plantejat, la taula 3.9 recull els principals resultats del model en nivells (estimació de l'equació *xxiv*), mentre que la taula 3.10 resumeix els principals registres del model en diferències (equació *xxv*), per a un conjunt de 23 països, que al 1995 eren membres de l'OCDE. Els països de la mostra són: Austràlia, Àustria, Bèlgica, Canadà, Dinamarca, Finlàndia, França, Alemanya, Grècia, Irlanda, Itàlia, Japó, Mèxic, Holanda, Nova Zelanda, Noruega, Portugal, Espanya, Suècia, Suïssa, Turquia, Gran Bretanya i els EUA. Com s'ha comentat, el model estimat és una versió augmentada del model de Solow, que assumeix que les nivells de PIB per càpita en edat de treballar es troben a l'estat estacionari (*regressió no restringida*), a l'hora que la *regressió restringida* imposa la restricció que la suma dels coeficients dels tamanyos de les participacions logarítmiques del capital s'igual·li al negatiu del coeficient de la suma dels logaritmes del creixement de la població, la depreciació i del canvi tècnic⁴⁶. Com es pot observar als resultats de l'estimació restringida del model en nivells (quadre 3.9), el valor crític del test de la F, que contrasta la hipòtesi de significativitat de la restricció imposada, és més gran que 0,05 a totes les equacions presentades, la qual cosa ens suggereix que no es rebutja la restricció imposada a cap de les versions estimades del model.

Pel que fa a les diferents equacions estimades, la columna (1) presenta per als anys 1995 i 2000 els resultats de l'estimació del model tradicional de Solow, que només incorpora un estoc de capital: el físic. La columna (2) contrasta el model de Solow ampliat amb el capital humà, mentre que a la columna (3) s'incorpora a l'estimació l'indicador de capital coneixement. Els resultats de la columna (2) al model restringit per al 1995 són plenament consistents amb l'estimació de Mankiw, Romer i Weil, ja que l'elasticitat conjunta, propera a 0,6 punts percentuals, és molt similar a l'obtinguda per aquests autors. Destaca, la importància del capital humà en l'explicació del nivell de productivitat (0,34 punts), que fins i tot és superior a la contribució del capital físic (0,25). La introducció del capital coneixement en aquest model confirma una certa importància d'aquest indicador en l'explicació del nivell

45. A l'annex 3.2. hi trobareu les dades de base utilitzades a les estimacions.

46. Aquesta restricció, el que en el fons testreja, és la hipòtesi dels rendiments constants a escala, ja que, com podem observar fàcilment a l'equació (*xix*) la suma dels coeficients dels diversos tipus de capital més els coeficients relatius a la multiplicació del treball per al progrés tecnològic han d'ésser iguals a 1. En aquest model, seguint l'evidència de Mankiw, Romer i Weil, es suposa que la taxa de creixement del progrés tecnològic (a) més l'avenç de la depreciació (δ) és igual a 0,05.

de productivitat, amb una elasticitat lleugerament inferior a 0,1 punts percentuals. Ara bé, l'ampliació del model a l'any 2000 ens evidencia *una important contribució de l'indicador de capital coneixement en l'explicació del nivell de productivitat*. En efecte, amb una elasticitat de 0,29 punts percentuals, supera l'aportació del capital físic (0,18 punts) i la menor contribució del capital humà (0,05 punts)⁴⁷.

Quadre 3.9. Un model de descomposició del nivell de productivitat a 23 països de l'OCDE¹. 1995 i 2000

	(Y/L) 1995			(Y/L) 2000		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
<i>Regressió no restringida</i>						
Constant	4,97 (3,4)	6,55 (4,5)	7,68 (5,7)	7,02 (6,1)	6,54 (4,5)	6,35 (4,8)
Capital físic (ln s_f)	0,48 (1,6)	0,42 (1,7)	0,35 (1,5)	0,37 (1,0)	0,42 (1,0)	0,22 (0,6)
Capital humà (ln s_h)	-	0,68 (2,5)	0,49 (2,0)	-	0,30 (0,6)	0,01 (0,2)
Capital coneixement (ln s_k)	-	-	0,16 (2,6)	-	-	0,55 (2,1)
ln (a+n+ δ)	-1,99 (-4,4)	-1,89 (-4,6)	-1,58 (-4,2)	-1,22 (-3,9)	-1,19 (-3,7)	-1,02 (-3,3)
R2 ajustat	0,53	0,62	0,72	0,42	0,40	0,63
Error estàndard	0,23	0,20	0,18	0,28	0,28	0,21
<i>Regressió restringida</i>						
Constant	8,57 (25,8)	8,39 (30,7)	9,04 (27,5)	8,76 (25,6)	8,76 (25,1)	6,72 (8,3)
$m_f = \ln s_f - \ln (a+n+\delta)$	0,98 (4,3)	0,62 (2,8)	0,48 (2,5)	0,88 (3,8)	0,77 (2,2)	0,27 (0,8)
$m_h = \ln s_h - \ln (a+n+\delta)$	-	0,84 (3,5)	0,59 (2,6)	-	0,18 (0,4)	0,10 (0,2)
$m_k = \ln s_k - \ln (a+n+\delta)$	-	-	0,18 (2,8)	-	-	0,60 (2,7)
R2 ajustat	0,42	0,62	0,72	0,38	0,36	0,52
Error estàndard	0,27	0,21	0,18	0,29	0,29	0,25
Test F restricció: p-valor	0,05	0,19	0,62	0,09	0,21	0,81
α_f implícit	0,49	0,25	0,24	0,47	0,44	0,18
α_h implícit	-	0,34	0,26	-	0,09	0,05
α_k implícit	-	-	0,09	-	-	0,29

1. Entre parèntesi el valor de l'estadístic t.

Font: Elaboració pròpia.

La versió dinàmica d'aquests models, és a dir, la descomposició del creixement de la productivitat a alguns països de l'OCDE és la que hi ha representada al quadre 3.10. D'aquest model en diferències destaca que el capital físic, el capital coneixement i el nivell inicial de productivitat són els elements explicatius del creixement del producte per càpita als països seleccionats, mentre que el capital humà no presenta valors significatius. De fet, l'ampliació del model inicial (del 1995) a l'any 2000 ens posa de manifest que *el capital coneixement (amb un coeficient de 0,29 punts) explica una gran part del creixement de la productivitat a 18 països de l'OCDE* (el 1995 només era de 0,07 punts), coeficient que per al capital físic és de 0,26 punts. A més, l'acceleració de la inversió en coneixement ha millorat la velocitat de convergència entre els països seleccionats que, val a dir, tenen uns nivells de productivitat similars.

Quadre 3.10. Un model de descomposició del creixement de productivitat

47. De fet, aquesta percepció relativa a la progressiva importància del capital coneixement en l'explicació del nivell de productivitat també queda palesa en el model no restringit. Així, si el 1995 l'elasticitat del coneixement explicava 0,2 punts del nivell del producte per càpita, al 2000 aquest percentatge havia pujat fins a 0,55 punts, mentre que l'aportació del capital físic es mantenia per sobre dels 0,2 punts percentuals i la del capital humà pràcticament no tenia repercussió.

a alguns països de l'OCDE. 1995¹ i 2000²

	(Y/L) 1995/ (Y/L) 1980			(Y/L) 2000/(Y/L) 1980		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
<i>Regressió no restringida</i>						
Constant	0,23 (0,3)	0,48 (0,5)	1,34 (1,2)	0,57 (0,5)	0,37 (0,3)	1,88 (1,8)
Capital físic (ln sf)	0,24 (1,9)	0,24 (1,9)	0,23 (1,9)	0,15 (1,8)	0,16 (1,8)	0,16 (1,9)
Capital humà (ln sh)	-	0,06 (0,4)	0,05 (0,4)	-	0,16 (0,5)	0,02 (0,2)
Capital coneixement (ln sk)	-	-	0,05 (1,4)	-	-	0,19 (2,0)
ln (a+n+δ)	-0,81 (-3,7)	-0,83 (-3,6)	-0,82 (-3,7)	-0,29 (-1,0)	-0,23 (-0,8)	-0,31 (-1,7)
Productivitat inicial y80	-0,20 (-2,6)	-0,22 (-2,4)	-0,29 (-2,8)	-0,09 (-1,2)	-0,08 (-1,1)	-0,24 (-2,2)
R2 ajustat	0,42	0,39	0,42	0,20	0,26	0,44
Error estàndard	0,18	0,10	0,10	0,06	0,05	0,06
<i>Regressió restringida</i>						
Constant	1,06(1,5)	1,56 (1,8)	2,43 (2,4)	1,03(1,3)	1,10 (1,4)	1,62 (2,2)
$m_f = \ln s_f - \ln (a+n+\delta)$	0,38 (3,5)	0,36 (3,2)	0,34 (3,1)	0,15 (1,8)	0,16 (1,8)	0,16 (1,8)
$m_h = \ln s_h - \ln (a+n+\delta)$	-	0,15 (1,1)	0,13 (1,0)	-	0,12 (0,8)	0,05 (0,5)
$m_k = \ln s_k - \ln (a+n+\delta)$	-	-	0,06 (1,8)	-	-	0,18 (2,2)
Productivitat inicial y80	-0,14 (1,9)	-0,20 (-2,1)	-0,28 (2,6)	-0,09 (1,8)	-0,09 (-1,2)	-0,23 (2,5)
R2 ajustat	0,31	0,32	0,37	0,19	0,22	0,44
Error estàndard	0,10	0,10	0,10	0,06	0,06	0,05
Test F restricció: p-valor	0,08	0,15	0,14	0,20	0,30	0,08
α_f implícit	0,73	0,22	0,42	0,63	0,24	0,26
α_h implícit	-	0,12	0,16	-	0,12	0,08
α_k implícit	-	-	0,07	-	-	0,29
λ implícit	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03

1. Els països escollits són els 23 que el 1995 formaven part de l'OCDE. 2. Aquesta estimació exclou dels 23 països de l'OCDE a Irlanda, Mèxic, Turquia, Suïssa i Nova Zelanda. 3. Entre parèntesi el valor de l'estadístic t.

Font: Elaboració pròpia.

Per tant, podem concloure aquesta aproximació empírica a la productivitat d'un conjunt de països de l'OCDE afirmant que: *tot i que el capital físic continua jugant el seu paper, a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta la inversió en coneixement s'ha configurat com un element primordial de l'explicació, tant del nivell com del creixement, de la productivitat.* De fet, s'ha convertit en un dels fonaments de l'avenç de la productivitat a un ampli conjunt d'economies de l'OCDE. Amb aquests dos models demostrem, doncs, la hipòtesi parcial 3 (vegeu, pàgina 11). En aquest sentit, hem de destacar que els resultats obtinguts amplien el pannel de països en els quals la inversió en coneixement juga un paper determinant en l'explicació del creixement econòmic tendencial, a l'hora que en determinen una de les seves causes. Encara queden molts punts per aclarir, en particular, les vinculacions de la inversió en coneixement amb els factors productius⁴⁸, la importància d'aquest element en l'explicació de l'eficiència del conjunt del sistema econòmic i el seu caràcter cíclic o tendencial. Ara bé, una cosa és segura, estem davant d'un nou esquema en la funció de producció (l'evidència microeconòmica i la rellevància de la inversió en coneixement així ho manifesten), que, d'alguna manera o altra, canviarà les relacions macroeconòmiques bàsiques que els economistes hem anat construint a partir de la segona guerra mundial.

48. L'escassa significativitat de la inversió en capital humà segurament amaga una important vinculació entre la inversió en coneixement i en capital humà. De fet, ja hem vist com la inversió en coneixement defineix un nou conjunt d'habilitats eficients. Doncs bé, un simple cop d'ull a la realitat ens evidencia que la inversió en educació també ha presentat importants modificacions amb la irrupció de les tecnologies digitals.

Conclusions

“Fins que no es suprimeixin les lleis de la termodinàmica, jo seguiré relacionant els outputs amb els inputs”. (Paul Samuelson (1966). “Rejoinder, Agreements, Disagreements, Doubts and the case of Induced Harrod-Neutral Technical Change”, *The Review of Economics and Statistics*, pàgina 444).

La tesi doctoral presentada demostra la hipòtesi principal segons la qual *l'aplicació econòmica de les TIC ha obert les portes a un canvi de paradigma tecnoeconòmic, que anomenem economia del coneixement i que té en el coneixement el recurs productiu determinant dels avenços de la productivitat i, per tant, del creixement econòmic*. El nostre punt de partida ha estat l'ampli consens interdisciplinar en relació amb el fet que les TIC són la base material d'un nou tipus de societat, que anomenem la societat de la informació i el coneixement. De fet, els treballs dels principals historiadors de la tecnologia, com els estudis seminals de Kranzberg (1985) i de Mokyr (1990) i els més recents de Crafts (2000a) i De Long (2001), així com els enfocaments sociològics, com els del professor Castells (1996; 2000; 2001), suggereixen que a l'actualitat estem a les portes d'una tercera revolució industrial, que té en les tecnologies digitals el fonament d'uns canvis tècnics i productius interconnectats amb uns canvis socials i culturals de gran abast i calat. Deixant a una banda les aproximacions sectorials o al nivell empresarial que, per cert, posen de manifest un ampli conjunt de transformacions a l'activitat empresarial, derivades de l'ús intensiu de les TIC i del canvi organitzatiu, l'anàlisi macroeconòmica no s'ha preocupat, fins molt recentment, per les implicacions agregades de l'ús productiu d'aquestes tecnologies. Precisament, un enfocament agregat i empíric, dins de l'àmbit de l'anàlisi econòmica, és el que presenta aquest treball d'investigació. Tanmateix, la comprensió integral d'un procés d'innovació tecnològica d'aquestes característiques necessàriament s'ha d'abordar amb un esperit específic, dinàmic i relacional i, això vol dir, no només considerar aspectes microeconòmics del fenomen, sinó també recórrer a d'altres disciplines de les ciències socials i de la tecnologia. Per tant, amb aquest enfocament d'anàlisi econòmica agregada i una necessària sensibilitat interdisciplinar les principals conclusions del treball d'investigació que presentem són:

Primera. Les TIC són el nucli d'un procés de transformació econòmica. Ja hem mencionat més amunt l'assoliment d'un important consens interdisciplinar en relació amb aquest fet. Alguns estudis econòmics, entre els quals s'han de citar els treballs pioners de Freeman i Pérez (1988) i de David (1990), apuntaven ja fa uns anys cap a l'aparició d'un nou cicle econòmic de llarga durada durant les darreres dues dècades del segle XX, fonamentat amb les tecnologies digitals. Els treballs més recents de David (2000), Casson i Dudley (2000), Norton (2001) i Atkeson i Kehoe (2001) també suggereixen, des de diverses perspectives, l'assoliment d'un important procés de transformació econòmica durant els darrers anys del segle passat. El notable augment de prestacions dels aparells informàtics (lleis de Moore) i els importants avenços en la digitalització de les xarxes de comunicacions (lleis de Metcalfe), així com la dinàmica creixent i convergent de les aplicacions econòmiques dels components de l'electrònica han generat un formidable conjunt d'interaccions tecnològiques. De fet, els indicadors relatius a l'aplicació econòmica d'aquestes tecnologies, com el nombre de PC's, les línies telefòniques, el nombre d'abonats als serveis de telefonia mòbil cel·lular, el percentatge de llars abonades al servei de TV per cable i el nombre d'usuaris d'Internet, tots ells ponderats per un tamany de població, mostren una ràpida penetració de les TIC durant la dècada dels noranta a un ampli conjunt de països de l'OCDE.

Segona. Les TIC fan tendir notablement a la baixa els preus al consum de les comunicacions. La notable davallada dels preus dels aparells informàtics, vinculada amb l'espectacular increment de prestacions dels components dels ordinadors, i l'evolució descendent dels preus de les comunicacions, amb caigudes mitjanes anuals del 2% entre el 1998 i el 2001 als EUA, del 0,5% entre el 1995 i el 2001 al Japó i del 3,0% entre el 1996 i el 2001 a la UE expliquen la dinàmica descendent d'aquest component dels preus al consum. Tanmateix, i pel que fa a les comunicacions, aquesta davallada de preus no ha estat homogènia. Per explicar aquest fet, i seguint els treballs d'Ahn i Lee (1999) i de Ilzkovitz i Mogensen (1999), s'han trobat unes correlacions orientatives entre alguns indicadors comparables de despesa de comunicacions en telefonia fixa, mòbil i Internet i un altre indicador relatiu del tamany del mercat, cosa que ens confirma la hipòtesi segons la qual la introducció d'elements de competència efectiva impulsa la incorporació de les TIC a l'activitat econòmica, a l'hora que fa tendir a la baixa el nivell general de preus.

Tercera. Les TIC augmenten la dotació de coneixement observable, transformen el coneixement tàcit en observable i desenvolupen nous requeriments i capacitats de la força de treball, en un context de cercle virtuós de la producció de coneixement. La massiva incorporació de les TIC a l'activitat econòmica ens condueix a la consideració econòmica del coneixement. Primer, perquè les TIC com a tecnologies són coneixement, és a dir, són un fons social de coneixement per a fer coses reproduïbles. I segon, perquè les TIC incideixen com mai cap altre tecnologia havia fet en la capacitat humana per a generar coneixement. Si per coneixement entenem allò que ens diu l'epistemologia (vegeu, Terricabres i altres, 1998; 2001): el procés humà i dinàmic de justificació adequada d'una creença, ens podem plantejar el fet econòmic de la seva producció, ja que l'acte de conèixer és exclusivament humà. Arribats a aquest punt és important la distinció entre coneixement i informació: entesa un mitjà o material necessari per a obtenir o construir el coneixement. D'aquesta manera, i seguint els treballs de Lundvall i Johnson (1994) i Foray i Lundvall (1996) hi ha quatre tipus de sabers que caracteritzen al coneixement com a recurs. El saber-què es refereix al coneixement sobre fets. És fàcil veure que aquesta tipologia de sabers s'identifica amb la informació, ja que pot ser segmentada i representada fàcilment en fluxos de bits. El saber-perquè es refereix al coneixement científic sobre les lleis de desenvolupament de la natura, de la ment humana i de la societat. El saber-com es refereix a les capacitats per a fer coses (skills). Això, inclou un conjunt ampli de característiques que incorporen les persones i que poden anar des de les habilitats fins a la destresa, el talent i el do de cadascuna. I, el saber-qui fa referència a un tipus de coneixement que va prenent progressiva importància i que es basa en una combinació d'habilitats, inclosa la possibilitat d'actuació social. El saber-qui es fonamenta en la informació sobre qui sap què? i qui sap com fer què?. Però, especialment, aquest coneixement inclou un conjunt de relacions socials per a accedir i utilitzar eficientment aquesta informació. Amb tot, hi ha una característica addicional d'aquestes quatre tipologies de coneixement que és molt important. Mentre que el saber-què i el saber-perquè són fàcilment reproduïbles, el saber-com i el saber-qui presenten més dificultats a l'hora de transformar-los en informació. Aquesta característica, la facilitat de reproducció, ens porta a una altra agrupació de la producció de coneixement, desenvolupada per Polanyi (1958; 1978) i aplicada econòmicament, entre altres, per Nonaka (1991) i David (1993). Es tracta de la distinció entre la producció de coneixement explícit, observable o codificable i la de coneixement tàcit o implícit. La producció de coneixement explícit, observable o

codificable és: aquella que es pot expressar en un llenguatge formal i sistemàtic, de manera que es possible processar-la, transmetre-la i emmagatzemar-la amb facilitat. La producció de coneixement tàcit o implícit és: aquella que està associada al factor treball i compta amb elements tècnics i cognoscitius, del tipus experiència pràctica, habilitats i qualificacions difícils de detallar. Com han incidit les TIC en la producció de coneixement observable i de coneixement tàcit?. La resposta, com suggereixen, des de diverses perspectives, un ampli conjunt d'autors, com Nonaka (1991), Hatchuel i Weil (1995) i Foray i Lundvall (1998) i, més recentment, Antonelli, Geuna i Steinmueller (2000), esdevé per dues vies. Primera, l'espectacular millora de l'accés i la gestió dels fluxos d'informació i de coneixement ens ha conduït cap una notable relaxació de les barreres d'entrada a la difusió d'aquests dos recursos, cosa que s'ha traduït en un notable increment de l'estoc de coneixement observable. La segona, estretament vinculada amb la primera, és la millora de les possibilitats d'accés i difusió dels elements que incideixen en el coneixement tàcit, que en alguns casos s'ha transformat en observable i que a altres ha canviat els requeriments i habilitats formatives i d'experiència de la força de treball.

Quarta. Les mercaderies coneixement observable i coneixement tàcit tenen propietats econòmiques de bé públic, amb elevades externalitats, i són béns d'experiència. A més, presenten rendiments creixents a escala. D'altra banda, a mesura que el coneixement es fa més difícilment transmissible la utilitat marginal decreixent del seu accés i les barreres de sortida d'aquest tipus de mercaderies disminueixen. L'activitat econòmica diària ens dona infinitat d'exemples de transaccions de mercaderies coneixement (des de qualsevol bé o servei que es pugui digitalitzar fins als intercanvis de capacitats entre els agents econòmics), de manera que aquest ha deixat d'ésser només un recurs per a la producció. Amb tot, aquestes mercaderies tenen unes característiques econòmiques particulars (vegeu, Shapiro i Varian (1999) i Shy (2001)). En tant i en quan són mercaderies coneixement són no rivals (una vegada generades poden ser consumides per més d'una persona) i béns d'experiència (s'han de consumir per a determinar-ne la seva utilitat). A banda, hi ha un element que les distingeix. Es tracta de les possibilitats d'exclusió del consum que té l'empresari. A mesura que les mercaderies coneixement es fan menys fàcilment transformables en informació, la possibilitat d'excloure o controlar-ne el consum és menys acusada. Pel que fa a les propietats econòmiques específiques de les mercaderies coneixement observable hem d'assenyalar que presenten alts rendiments creixents a escala, associats a la seva facilitat de reproducció. A més, determinen una utilitat marginal al consum decreixent o constant, en funció de la percepció de saturació que en té el consumidor final. La mateixa idea es repeteix amb les barreres de sortida. La complementarietat, la compatibilitat i els estàndards de moltes mercaderies coneixement observable fan que els costos de canvi per part del consumidor siguin elevats, tot i que decreixents en funció de la seva menor especialització i aplicació a l'activitat econòmica. I, per últim, aquest tipus de mercaderies coneixement presenten importants externalitats de xarxa en el seu ús. A mesura que augmenta el nombre de consumidors de les mercaderies coneixement observable n'augmenta la utilitat agregada del seu conjunt. Les mercaderies coneixement tàcit, de la seva banda, presenten menors rendiments creixents a escala, associats a la seva dificultat de reproducció. A més, determinen una utilitat marginal al consum creixent, derivada de la importància que tenen aquest tipus de mercaderies per al desenvolupament de l'activitat i pel fet de la seva dificultat de plasmació en formats digitals. Aquesta darrera característica, també ens permet afirmar

que les mercaderies coneixement tàcit no presenten excessives barreres de sortida. Per últim, si que és remarcable el fet que les mercaderies coneixement tàcit associades al saber-qui es defineixen com a mercaderies-xarxa, ja que la pròpia incorporació d'aquest saber més relacional i interactuador amb l'entorn així ho requereix. A més, i com a mercaderies coneixement que són, els béns i serveis coneixement tàcit també presenten externalitats de xarxa en el seu ús. O sigui, que quantes més persones s'incorporin a aquests mercats, més n'augmenta la utilitat conjunta del consum.

Cinquena. L'economia del coneixement és l'anàlisi de la incorporació del saber a l'activitat econòmica (Hipòtesi parcial 1. Per a més detall vegeu de la pàgina 67 a la 75). La identificació del coneixement com a recurs i com a mercaderia de progressiva importància econòmica ens permet plantejar-nos una visió de l'economia del coneixement, entesa com la branca de l'anàlisi econòmica que estudia el comportament i els fets econòmics derivats de l'aplicació productiva del coneixement. Ara bé, la nostra concepció del coneixement no és limitada, tal i com ha vingut fent tradicionalment la teoria econòmica convencional, a una visió del coneixement científic i tecnològic, sinó que també comprèn al coneixement tècnic i a les habilitats, fàcilment transmissibles o no, dels agents econòmics. De fet, l'economia del coneixement no es circumscriu només a l'anàlisi de l'aplicació econòmica dels desenvolupaments científics i tecnològics, ni es pot assimilar amb l'economia de l'educació, ja que aquests són alguns dels sabers, no tots, que s'incorporen a l'activitat econòmica. A més, tot i que s'inscriu dins de l'economia, l'economia del coneixement no és l'anàlisi d'un sector o d'un recurs econòmic concret. És molt més que això. Hom podria pensar que l'economia del coneixement s'equival, per exemple, a l'economia del sector TIC o a l'economia del treball, però cal insistir en la transversalitat i profunditat del concepte. L'aplicació econòmica del coneixement transforma tant a les activitats de producció, amb nous recursos i mercaderies i canvis en els ja existents, com a les activitats de demanda, ja siguin de consum, d'inversió o de sector exterior. De fet, la manifestació del saber a l'activitat econòmica a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta ha canviat el comportament dels agents econòmics, tot generant noves activitats i fent-ne variar algunes de les existents. És en aquest sentit més ampli que hem d'interpretar l'economia del coneixement, ja que aquest s'ha convertit en un dels elements claus dels avenços de productivitat i de competitivitat i, en conseqüència, del creixement econòmic. Precisament, aquesta visió del coneixement manifestat a l'activitat econòmica, a través de les tecnologies digitals, és la que ha estat més utilitzada en la conceptualització de la nova economia. Un conjunt d'autors i institucions, com Castells (1996; 2000), Weinstein (1997), Greenspan (1998; 1999; 2000a; 2000b; 2001), el Departament de Comerç dels EUA (1998; 1999; 2000), Stiroh (1999), l'OCDE (2000b), De Masi (2000), Landefeld i Fraumeni (2001), Artus (2001) i l'FMI (2001), entre altres, arriben a una conclusió similar: les TIC, i per tant, la manifestació econòmica del coneixement, estan al darrere dels canvis substancials en les relacions macroeconòmiques bàsiques que els economistes hem anat construint des de la segona guerra mundial. En síntesi, les tecnologies digitals han consolidat l'aparició d'un nou sector productiu: el sector TIC (vegeu, Departament de Comerç dels EUA (1998; 2000) i OCDE (2000c)) que, conjuntament amb la indústria dels continguts digitals i les activitats de creació, edició i difusió del coneixement, estenen els seus efectes sinèrgics cap a la resta d'activitats econòmiques, tant d'oferta com de demanda. Així doncs, demostrem la hipòtesi parcial 1 (pàgina 9).

Sisena. *Les branques productives intensives en coneixement van explicar dues terceres parts del creixement econòmic dels EUA el 2000.* La identificació del sector TIC com la branca productiva que utilitza les tecnologies digitals per a produir béns i serveis que processin, transmetin, visualitzin, detectin, mesurin, reproduueixin, controlin i permetin el tractament de la informació i la comunicació ens permet parametritzar-ne la seva importància econòmica. En aquest sentit, hem d'assenyalar que aquesta branca productiva representava el 1997 un 7,4% del VAB privat generat a l'OCDE, un 3,6% de l'ocupació i al voltant d'una tercera part de la inversió en I+D. A més, el 1998, prop del 13% del comerç exterior del conjunt de països de l'OCDE el realitzaven els béns i serveis TIC. Aquestes dades posen de manifest un tamany relatiu petit, però creixent, d'aquesta incipient branca d'activitat. Ara bé, ja hem assenyalat que l'economia del coneixement és molt més que el sector TIC. Una aproximació, a partir de l'estratificació de les branques productives intensives en coneixement per l'economia dels EUA a la dècada dels noranta, ens aporta resultats concloents en relació a la importància del coneixement en l'explicació del creixement econòmic d'aquell país. Efectivament, prop de dues terceres parts de l'augment del VAB dels EUA durant el 2000 va ésser explicat per la suma de les branques productives del sector TIC, la indústria de creació, edició i difusió del coneixement i les indústries i serveis intensius en coneixement. Aquesta aportació al creixement, que s'ha consolidat per sobre del 50% des del 1996, no arribava a una tercera part del total el 1992.

Setena. *El pensament clàssic sobre el progrés tecnològic: Marx i Schumpeter situen el canvi tècnic al centre de l'escenari del desenvolupament capitalista.* Una vegada analitzada la definició i la dinàmica de l'economia del coneixement, la següent fase de la investigació s'ha situat en l'estudi del pensament econòmic sobre el creixement econòmic, i més concretament, en les teories del creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica. Aquest element, el progrés tecnològic, ha estat el concepte utilitzat per la teoria econòmica per l'anàlisi de la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica. L'aproximació al pensament clàssic mostra que només Marx (1867-1883), amb l'estudi de l'evolució de les lleis de capitalisme i amb l'anàlisi de la caiguda de la taxa de benefici, i Schumpeter (1934; 1942), amb l'estudi de les onades d'innovacions i el paper de l'empresari innovador, van situar al progrés tecnològic al centre de l'escenari del desenvolupament capitalista. Els altres autors estudiats, en especial Malthus (1798), Smith (1776) i Ricardo (1817), centren la seva anàlisi en els efectes del canvi tècnic sobre les economies d'escala, més que no pas sobre els desplaçaments de la funció de producció. Tot i això, el llegat del pensament econòmic clàssic a les teories modernes sobre el creixement econòmic és molt rellevant. De fet, el pensament econòmic modern ha incorporat bàsicament dues idees noves. La primera (vegeu, Salter (1960)) és la noció del progrés tècnic incorporat a la dotació de capital. La segona (vegeu, Schultz (1961)) és la importància de l'educació com a forma de capital humà incorporat a la força de treball.

Vuitena. *El pensament econòmic modern sobre el progrés tecnològic: el creixement econòmic és el resultat combinat de la dotació de factors productius (com el capital o el treball) i de la innovació a l'activitat econòmica, o sigui el progrés tecnològic.* Les fonts d'aquests fets són dues. En primer lloc, la inversió i la rendibilitat d'aquesta inversió són els fonaments de l'acumulació dels factors i, en segon lloc, la inversió i la difusió del coneixement són els fonaments del progrés tecnològic. El punt de partida obligat en l'estudi de la teoria moderna sobre el creixement econòmic són els treballs seminals de Solow (1956; 1957) i Swan (1956).

Aquests models, que interpreten el canvi tècnic com un element exogen a l'activitat econòmica, de manera que els factors explicatius del creixement es redueixen a la dotació de factors, arriben a la conclusió que la taxa de creixement de la renda per càpita d'una economia en equilibri a llarg termini ve determinada pel ritme d'avenç del progrés tecnològic, independentment dels altres paràmetres del sistema. De fet, només hi ha creixement sostingut amb presència de canvi tecnològic, ja que sense aquest l'acumulació del capital s'enfronta a rendiments decreixents i la productivitat cau. Els exercicis empírics de contrast d'aquests models de creixement econòmic, anomenats exercicis de comptabilitat del creixement, posen clarament en crisi la visió tradicional segons la qual el capital juga un paper fonamental en l'explicació del creixement econòmic. En efecte, els estudis empírics realitzats (vegeu, per exemple, Kendrick (1956), Abramovitz (1956), Solow (1957), Denison (1985), Jorgenson (1987) i Jones (1998)) confirmen la importància de l'element residual (o la PTF) en l'explicació del creixement econòmic de les economies analitzades. Aquests resultats, clarament insatisfactoris a la llum de la teoria econòmica, porten a conclusions difícils d'assumir, ja que evidencien una ruptura entre les connexions del procés d'estalvi i inversió i el creixement econòmic, al mateix temps que posen de relleu les dificultats de trobar instruments de política econòmica per a incidir en la taxa de creixement de llarg termini. Amb tot, els economistes del creixement són conscients que la consideració d'exogeneïtat del progrés tecnològic és més una simplificació analítica que no pas una interpretació de la realitat. Precisament, la relaxació d'aquesta hipòtesi ha donat lloc a l'aparició de les teories endògenes sobre el creixement econòmic. A grans trets, podem afirmar que hi ha dues grans famílies de models de creixement endogen, que agrupem sota la denominació de models de learning-by-doing i de capital humà. Als primers (vegeu els treballs de Kaldor (1957), Kaldor i Mirrlees (1962) i d'Arrow (1962)) l'augment de la productivitat és un subproducte de l'activitat econòmica. En altres paraules, l'adquisició del saber és el resultat de les activitats normals d'inversió i producció, que generen una experiència acumulada. D'aquesta manera, la principal font de creixement econòmic ve determinada pels rendiments creixents, vinculats a les característiques de bé públic del coneixement (Romer, 1986). La segona tipologia de models, en canvi, considera que l'augment de la productivitat és el resultat de la inversió intencionada dels agents econòmics en educació i investigació, de manera que el progrés tecnològic és un procés costós (vegeu, Lucas (1988) i Romer (1990)). Amb tot, a inicis del segle XXI s'ha arribat a un cert consens teòric (vegeu, Romer (1993; 1994), De la Fuente (1995b) i Young (1993)) i empíric (vegeu, Dowrick i Nguyen (1989), Mankiw, Romer, Weil (1992) i Barro i Sala-i-Martin (1999)) que incideix en el fet que l'avenç de la renda per càpita és resultat de l'evolució en la dotació de factors productius, la qual cosa ens porta a la inversió i la seva rendibilitat, i de la innovació a l'activitat econòmica, la qual cosa ens condueix a la inversió i la difusió del coneixement com a fonaments del progrés tecnològic.

Novena. Finlàndia, Suècia, Irlanda, Dinamarca, els EUA i el Regne Unit han presentat rendiments creixents en la relació entre la producció i l'estoc de coneixement observable per habilitats eficients durant la dècada dels noranta. A més, l'evidència empírica conjunta per a 15 països de l'OCDE (Bèlgica, Dinamarca, Alemanya, Espanya, França, Irlanda, Itàlia, Holanda, Àustria, Finlàndia, Suècia, Regne Unit, Noruega, EUA i Japó) mostra com el coeficient d'aquesta relació ha crescut significativament durant el període 1997-2000, cosa que ens permet demostrar l'existència d'un nou esquema en la producció de coneixement (Hipòtesi parcial 2. Per a més detall vegeu de la pàgina 163 a la 171). A partir de les aportacions de les teories

modernes sobre el creixement econòmic i dels treballs de Griliches (1990; 1994; 1995) i Romer (1986; 1990b; 1994) s'ha plantejat una funció de producció de coneixement, que té en consideració la irrupció de les TIC a l'activitat econòmica així com les característiques econòmiques de les mercaderies coneixement. En concret, s'ha especificat una funció de producció de coneixement en base a l'estoc de coneixement observable i de coneixement tàcit i que presenta efectes externs a partir de l'acumulació de coneixement observable. D'aquesta manera, podem definir la relació entre el coneixement observable i el coneixement tàcit ponderat per un indicador de progrés tecnològic com el coneixement observable per habilitats eficients. Això és, un indicador de mesura de productivitat del coneixement observable, que ens vol indicar com incideix el progrés tecnològic sobre el coneixement tàcit (o sigui les capacitats) associat la força de treball en la generació de coneixement observable. Aquesta ponderació també es pot aplicar sobre la producció de coneixement agregada, de manera que definim la producció de coneixement per habilitats eficients. Precisament, la relació entre la producció de coneixement i l'estoc de coneixement observable, ambdós mesurats en termes d'habilitats eficients, és el que contrastem empíricament. Si aquesta relació ens determina un coeficient més gran que 1, vol dir que l'estoc de coneixement observable presenta rendiments creixents sobre la producció de coneixement, sempre en termes d'habilitats eficients, cosa que suggeriria un nou esquema en la producció de coneixement a les economies analitzades. Els indicadors utilitzats per al contrast economètric són els següents. Pel que fa a la producció de coneixement en termes d'habilitats eficients i, seguint la metodologia de l'OCDE (2001c), l'indicador utilitzat ha estat la suma del VAB TIC i la inversió en I+D del conjunt de l'economia sobre el PIB, ponderada per la inversió en I+D TIC sobre el PIB, com a proxy del canvi en les capacitats de la força de treball que les noves tecnologies digitals estan generant. L'estoc de coneixement observable en termes d'habilitats eficients s'ha aproximat a partir d'una sèrie de despesa de consum i d'inversió TIC, com a indicador de la manifestació a l'activitat econòmica d'aquesta tipologia de coneixement, ponderada, igual que la producció de coneixement, per la inversió en I+D TIC sobre el PIB. Els resultats són concloents. En primer lloc, s'ha contrastat la relació entre la producció de coneixement i l'estoc de coneixement observable per habilitats eficients, per un conjunt de 16 països de l'OCDE (Bèlgica, Dinamarca, Alemanya, Espanya, França, Irlanda, Itàlia, Holanda, Àustria, Portugal, Finlàndia, Suècia, Regne Unit, Noruega, EUA i Japó) i per al període 1991-2000. Els resultats mostren clarament com el conjunt de països capdavaners en el desenvolupament de l'economia del coneixement presenten rendiments creixents (elasticitat més gran que 1) en la relació contrastada. Aquests països són, de més a menys externalitat, Finlàndia, Suècia, Irlanda, Dinamarca, els EUA i el Regne Unit. En segon lloc, els resultats conjunts de 15 països de l'OCDE (els 16 esmentats menys Portugal) també mostren que l'elasticitat entre aquesta tipologia de coneixement i el conjunt de l'activitat productiva, a través de la producció de coneixement, ha presentat una substancial millora la segona meitat de la dècada dels noranta. En efecte, aquesta estimació conjunta mostra com el coeficient de relació entre el coneixement observable per habilitat eficient i la producció conjunta de coneixement ha passat de 0,450 punts percentuals de mitjana entre el 1991 i el 1996 a gairebé doblar-se entre el 1997 i el 2000 (0,831 punts de mitjana). En síntesi, aquests resultats, que evidencien un important efecte sinèrgic de l'estoc de coneixement observable per habilitats eficients cap a la resta de l'economia, a través de la producció de coneixement, suggereixen la consolidació durant la dècada dels noranta d'un nou patró en la producció de coneixement, basat en la manifestació del coneixement observable. Així doncs, demostrem la

hipòtesi parcial 2 (vegeu, pàgina 10). A més, aquesta evidència és consistent amb alguns estudis realitzats, tant al nivell microeconòmic (vegeu, Smonly (2000), Eustace (2000), Caniels (2000) i Zucker, Darby i Armstrong (2001)), com al nivell macroeconòmic (vegeu, Lanjow i Schankerman (1999), Porter i Stern (2000) i Comissió Europea (2001)).

Els països amb rendiments creixents en la producció de coneixement en funció del coneixement observable per habilitats eficients. 1991-2000

Països	Coefficients	Països	Coefficients
Finlàndia	2,342	Model conjunt	
Suècia	1,750	1991-1996	0,450
Irlanda	1,571	1997-2000	0,831
Dinamarca	1,556		
EUA	1,532		
Regne Unit	1,360		

Font: Elaboració pròpia

Desena. *S'acumula evidència empírica en relació amb el fet que la inversió en les tecnologies digitals explica bona part de l'increment de la productivitat i del creixement econòmic dels EUA, Canadà, Austràlia, els països escandinaus, Irlanda i la Gran Bretanya durant la dècada dels noranta.* La revisió de la literatura empírica internacional relativa a la contribució de les TIC al creixement econòmic i de la productivitat, pas previ a la presentació d'un model que parametrizzi la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica, ens posa de relleu quatre consideracions importants. Primera, el fort increment de la inversió en equipaments i software als EUA explica bona part del repunt alcista del creixement econòmic i de la productivitat a aquell país. En efecte, la dependència del capital (vegeu, Gordon (1999; 2000) i la PTF (vegeu, Jorgenson i Stiroh (2000), Oliner i Sichel (2000) i Council of Economic Advisers (2001)) relacionades amb la inversió i la producció TIC han estat els elements subjacents de les millores tendencials de la productivitat als EUA. A més, també s'ha acumulat evidència des de la perspectiva sectorial (vegeu, Stiroh (2001), Jorgenson i Stiroh (2001), Baily and Lawrence (2001), Nordhaus (2001) i BLS (2002)), en relació amb el fet que les millores de la productivitat s'escampen progressivament a la resta de branques d'activitat, en especial al sector financer, el comercial, el de transport i algunes indústries manufactureres. Finalment, encara no s'ha trobat una evidència concloent que demostrï l'existència d'elements estructurals en l'explicació de les importants millores d'eficiència global de l'economia dels EUA (vegeu, Basu, Fernald i Shapiro (2001) i Council of Economic Advisers (2001)). Segona, a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta un conjunt de països de l'OCDE també han presentat millores significatives en l'avenç tendencial de la productivitat (vegeu, Schreyer (2000) i Scarpetta, Bassanini, Pilat i Schreyer (2000)). De fet, s'ha trobat evidència concloent en relació amb el fet que la inversió en TIC explica bona part del creixement econòmic dels països analitzats, en especial a Austràlia, Finlàndia i el Canadà (vegeu, Schreyer (2000), Colecchia (2001), Daveri (2001), Roeger (2001) i Colecchia i Schreyer (2001)). Les aproximacions sectorials també certifiquen la importància del sector TIC en el creixement del PIB i de la productivitat, a l'hora que evidencien la progressiva importància dels efectes sinèrgics de l'ús intensiu d'aquestes tecnologies (en especial a Dinamarca i a la Gran Bretanya) (vegeu, Van Ark (2001) i Pilat i Lee (2001)). Tercera, l'evidència relativa a les

millores en l'eficiència global del sistema econòmic (PTF), com a resultat de la utilització intensiva de les TIC, és mixta. Alguns països com Finlàndia, Noruega, Suècia, Irlanda i Austràlia han presentat notables millores de la PTF durant la segona meitat de la dècada dels noranta, per bé que al Japó i als quatre grans països de l'àrea de l'euro (vegeu, BCE (2001)) no s'aprecien avenços, més aviat el contrari, d'aquest indicador d'eficiència econòmica. I quarta, 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, així com 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 pel que fa als modestos avenços de la PTF a alguns països. En síntesi, podem concloure aquesta revisió de la literatura empírica internacional afirmant que s'acumula una evidència concloent en relació amb el fet la inversió en les tecnologies digitals explica bona part de l'increment de la productivitat i del creixement econòmic d'alguns països. A més, l'aproximació sectorial confirma un cert efecte sinèrgic en l'ús intensiu d'aquestes tecnologies cap alguna de la resta de branques d'activitat, cosa que ens porta a afirmar que algun element nou hi ha al darrere de la recent acceleració de la PTF a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta. Tanmateix, dues qüestions clau encara queden per respondre. La primera, el repunt alcista dels components de la PTF no vinculats físicament (embodied) amb els inputs tenen el seu origen en els efectes sinèrgics i les externalitats de xarxa derivats de la inversió en TIC?. I, segona, aquesta acceleració és cíclica o estructural?. Dit d'una altra manera, la literatura empírica internacional ens ha evidenciat que hi ha uns clars efectes sinèrgics de la inversió en TIC sobre l'avenç de la productivitat i el creixement econòmic i també sobre l'eficiència del sistema econòmic. Ara bé, aquesta literatura no ens explica les causes d'aquests fets ni tampoc si aquesta evidència és estructural o conjuntural.

Onzena. La inversió en coneixement explica majoritàriament tant el nivell (durant el 2000 i pel conjunt dels 23 països que formaven part de l'OCDE el 1995), com el creixement de la productivitat (durant el període 1980-2000 i pel conjunt de països següents: Austràlia, Àustria, Bèlgica, Canadà, Dinamarca, Finlàndia, França, Alemanya, Grècia, Itàlia, Japó, Holanda, Noruega, Portugal, Espanya, Suècia, Gran Bretanya i els EUA). Així doncs, el coneixement és un fonament principal del creixement econòmic, cosa que ens permet demostrar l'existència d'un nou esquema a l'activitat productiva (Hipòtesi parcial 3. Per a més detall, vegeu de la pàgina 185 a la 190). Amb el bagatge de les aproximacions empíriques internacionals i amb l'objectiu d'explicar les causes de l'acceleració del nivell i del creixement de la productivitat durant la dècada dels noranta a un ampli conjunt de països de l'OCDE aquest treball d'investigació es conclou amb un model econòmic i empíric. De fet, l'especificació que es presenta incorpora a la inversió en coneixement com a complement de la inversió en capital físic i humà. Tots tres factors productius són els fonaments d'una funció de producció agregada del tipus Cobb-Douglas amb presència d'innovació tecnològica (vegeu, Mankiw, Romer, Weil (1992), Antonelli (1995), Nonneman i Vandhout (1996), De la Fuente (1999) i Pohjola (2001)). El model presentat té dues versions. Una versió en nivells, a la qual la renda per càpita depèn positivament de la inversió dels tres estocs de capital, el capital coneixement, el capital humà i el capital físic, a més d'una relació negativa amb un paràmetre conjunt i exogen, que recull la variació d'un indicador de progrés tecnològic, d'evolució de la població i de depreciació dels capitals. I, una versió en diferències, on el

creixement de la renda per càpita depèn de la inversió en capital físic, en capital humà i en capital coneixement, del paràmetre conjunt del model anterior i del nivell inicial de productivitat. Els indicadors escollits per a l'estimació són els següents. Pel que fa a la variable dependent, l'indicador de productivitat emprat ha estat el PIB per càpita en edat de treballar (això és entre 15 i 64 anys) i en termes reals. Els indicadors escollits per a les variables independents són la taxa de creixement de la població en edat de treballar, com a proxy al creixement de la població, la participació de la inversió (FBCF) sobre el PIB real, com a indicador del capital físic, el percentatge de població a l'educació secundària sobre la població en edat de treball, com a proxy del capital humà i la despesa en TIC sobre el PIB en termes reals, com a indicador del capital coneixement. Els països de la mostra són els 23 països que el 1995 eren membres de l'OCDE. Això és, Austràlia, Àustria, Bèlgica, Canadà, Dinamarca, Finlàndia, França, Alemanya, Grècia, Irlanda, Itàlia, Japó, Mèxic, Holanda, Nova Zelanda, Noruega, Portugal, Espanya, Suècia, Suïssa, Turquia, Gran Bretanya i els EUA. Com s'ha comentat, el model estimat és una versió augmentada d'un model neoclàssic, que assumeix que les nivells de PIB per càpita en edat de treballar es troben a l'estat estacionari (regressió no restringida), a l'hora que la regressió restringida imposa la restricció que la suma dels coeficients dels tamanys de les participacions logarítmiques del capital s'igual·li al negatiu del coeficient de la suma dels logaritmes del creixement de la població, la depreciació i del canvi tècnic. Aquesta restricció s'imposa per contrastar els rendiments constants a escala de l'especificació proposada. De fet, els resultats empírics ens validen aquesta restricció i, a més, són concloents pel que fa a la importància del coneixement en l'explicació del nivell i del creixement de la productivitat. En efecte, la introducció del capital coneixement confirma una certa importància d'aquest indicador en l'explicació del nivell de productivitat el 1995, amb una elasticitat lleugerament inferior a 0,1 punts percentuals. Ara bé, l'ampliació del model a l'any 2000 ens evidencia una important contribució de l'indicador de capital coneixement en l'explicació del nivell de productivitat. En efecte, amb una elasticitat de 0,29 punts percentuals, supera l'aportació del capital físic (0,18 punts) i la menor contribució del capital humà (0,05 punts). De la versió dinàmica del model proposat es destaca que el capital físic, el capital coneixement i el nivell inicial de productivitat són els elements explicatius del creixement del producte per càpita als països seleccionats entre el 1995 i el 1980, mentre que el capital humà no presenta valors significatius. Amb tot, l'ampliació del model al període 1980-2000 (aquest model exclou a Irlanda, Mèxic, Turquia, Suïssa i Nova Zelanda) ens posa de manifest que el capital coneixement (amb un coeficient de 0,29 punts) explica una gran part del creixement de la productivitat a 18 països de l'OCDE (el 1995 només era de 0,07 punts), coeficient que per al capital físic és de 0,26 punts.

La descomposició del nivell i el creixement de la productivitat. 1995, 2000 i 1980-2000

Coeficients	Nivell		Creixement
	1995	2000	1980-2000
Capital físic	0,24	0,18	0,26
Capital humà	0,26	0,05	0,08
Capital coneixement	0,09	0,29	0,29

Font: Elaboració pròpia

Per tant, podem concloure aquesta aproximació empírica a la productivitat d'un conjunt

de països de l'OCDE afirmant que: tot i que el capital físic continua jugant el seu paper, a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta la inversió en coneixement s'ha configurat com un element primordial de l'explicació, tant del nivell com del creixement, de la productivitat. De fet, s'ha convertit en un dels fonaments de l'avenç de la productivitat a un ampli conjunt d'economies de l'OCDE. Demostrem, doncs, la hipòtesi parcial 3 (pàgina 11).

I, dotzena. *Els canvis en els patrons de consum de les llars, els nous esquemes en la producció de coneixement i la incorporació efectiva del coneixement com a recurs estratègic en l'explicació de la productivitat obren les portes a un canvi de paradigma tecnoeconòmic. Per tant, queda demostrada la hipòtesi principal formulada en aquesta tesi doctoral (pàgina 8).* Començàvem aquest treball d'investigació afirmant que l'objectiu principal d'anàlisi era contrastar l'existència d'un nou paradigma tecnoeconòmic que, a través de les TIC, tindria en el coneixement el recurs clau dels increments de productivitat i competitivitat. Doncs bé, al llarg d'aquesta tesi doctoral hem evidenciat, des del punt de vista de l'anàlisi econòmica, els tres requeriments necessaris perquè la nova economia basada en el coneixement es consolidi. En efecte, els canvis en els patrons de consum de les famílies, l'existència d'un nou patró en la producció de coneixement, amb importants externalitats observades en l'acumulació de coneixement observable per habilitats eficients, i la importància progressiva del coneixement en l'explicació del nivell i del creixement de la productivitat apunten cap a l'assoliment d'un nou paradigma tecnoeconòmic. En aquest sentit, hem vist com els efectes difusors de la producció de coneixement observable s'han estès ràpidament durant la dècada dels noranta. A més, hem de destacar que els resultats empírics obtinguts amplien el pannel de països en els quals el coneixement juga un paper determinant en l'explicació del creixement econòmic tendencial, a l'hora que en determinen una de les seves causes: la inversió en aquest recurs de progressiva importància. Encara queden molts punts per aclarir, en particular, el paper que juga la difusió del coneixement observable en la producció de coneixement, les vinculacions de la inversió en coneixement amb els factors productius, la importància d'aquest element en l'explicació de l'eficiència del conjunt del sistema econòmic i el seu caràcter cíclic o tendencial. De fet, tot i les limitacions d'aquesta aproximació macroeconòmica, sobretot pel que fa a les dificultats per trobar indicadors comparables, sèries temporals homogènies i a les restriccions imposades pels models aplicats, s'ha considerat oportú avançar en aquesta línia de la investigació empírica, ja que una aproximació a la contribució del coneixement sobre l'activitat productiva agregada esdevé necessària per interpretar les transformacions econòmiques actuals. En aquest sentit, hem d'esmentar que aquesta línia d'investigació s'hauria de complementar amb l'obtenció i l'estudi de dades primàries ad-hoc, que superessin les limitacions que l'estadística oficial té en la dotació d'informació econòmica rellevant en el camp de la societat de la informació i el coneixement. Amb tot, una cosa és segura, la massiva incorporació de les TIC a l'esfera econòmica defineix al coneixement com l'element determinant dels avenços de productivitat, cosa que, d'una manera o una altra, canviarà les relacions macroeconòmiques bàsiques que els economistes hem anat construint a partir de la segona guerra mundial.

Bibliografia

- Abramovitz, M. (1989). "Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind" a *Thinking About Growth and Other Essays on Economic Growth and Welfare*, 220-244. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- (1956). "Resource and Output Trends in the United States Since 1870", *Papers and Proceedings of the American Economic Association*, 5-23.
- Aghion, P. i P. Howitt (1998). *Endogenous Growth Theory*, The MIT Press, Cambridge (Massachusetts) and London.
- Ahn, H. i M-H Lee (1999). "An econometric analysis of the demand for access to mobile telephone networks", *Information Economics and Policy*, 11, 297-305.
- Albritton, R., Makoto, I., Westra, R. i A. Zuege (edts) (2001). *Phases of Capitalist Development. Booms, Crises and Globalizations*, Palgrave Publishers, London.
- Aldcroft, D. H. (2001). *The European Economy 1914-2000*, Fourth Edition, Routledge, London and New York.
- Allen, R.G.D. (1968). *Macro-economic Theory: A mathematical Treatment*, Macmillan, London.
- Álvarez Pinilla, A. (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad*, Pirámide: colección Economía y Empresa, Madrid.
- Amin, S. (1999). *El capitalismo en la era de la globalización*, Paidós Estado y Sociedad, Editorial Paidós Ibérica, Barcelona.
- Antonelli, C. (2001). *The Microeconomics of Technological Systems*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- (1997). "New Information Technology and the Knowledge-Based Economy. The Italian Evidence", *Review of Industrial Organization*, 12, 593-607.
- (1995). "Productivity growth and the diffusion of new technological systems. The case of new information technology", a *The Economics of Localized Technological Change and Industrial Dynamics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston and London.
- Antonelli, C., Geuna, A. i E. Steinmueller (2000). "Information and communication technologies and the production, distribution and use of knowledge", *International Journal of Technology Management*, 20, 1-2, 72-94.
- Argemí, Ll. (coord.) (2000). *Història del Pensament Econòmic*, CD-Rom, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya (EDIUOC) i LectusVegara, Barcelona.
- Arrow, K.J. (1969). "Classificatory Notes on the Production and Transmission of Technological Knowledge", *American Economic Review*, 59 (2), Papers and Proceedings, 29-35.

- (1962). "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, XXIX (juny), 155-173.
- Artus, P. (2001). *La nouvelle économie*, Éditions La Découverte, Paris.
- Atkeson, A. i P. J. Kehoe (2001). "The Transition to a New Economy after the Second Industrial Revolution", *NBER working paper 8676*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w8676>>.
- Atkinson, A.B. i J.E. Stiglitz (1969). "A new View of Technological Change", *Economic Journal*, 573-578.
- Baily M.N. i R.Z. Lawrence (2001). "Do we have a new e-conomy?", *NBER working paper 8423*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w8423>>.
- Baltagi, B. H. (2000). *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons, Chichester and New York.
- Bangemann, M. (1994). *Europa y la Sociedad Global de la Información. Recomendaciones al Consejo Europeo*, Oficina de publicacions de les Comunitats Europees, Brusel·les.
- Barro, R. i X. Sala-i-Martin (1999). *Economic Growth*, The MIT Press, Cambridge (Massachusetts) and London.
- Bassanini, A., Scarpetta, S. i I. Visco (2000). "Knowledge, Technology and Economic Growth: Recent Evidence from OECD Countries", *Economics Department Working Papers 259*, OECD, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.oecd.org/eco/eco/>>.
- Bassanini, A. i S. Scarpetta (2001). "Does Human Capital Matter for Growth in OECD Countries?. Evidence from Pooled Mean-Group Estimates", *OECD Economics Department Working Papers 282*, OECD, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.oecd.org/eco/eco/>>.
- Basu, S., Fernald, J.G., i M.D. Shapiro (2001). "Productivity Growth in the 1990s: Technology, Utilization or Adjustment?", *NBER working paper 8243*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w8243>>.
- BBVA (2000). "La Nueva Economía en España: Situación y Perspectivas" a *Situación España*, Octubre, Servicio de Estudios BBVA, Madrid.
- Beuadry, P. i D. A. Green (2001). "Population Growth, Technological Adoption and Economic Outcomes: A Theory of Cross-Country Differences for the Information Era", *NBER working paper 8149*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w8149>>.

- Bell, D. (1973). *The Coming of Post-Industrial Society*, Harper & Row, New York.
- Benavides, C.A. (1998). *Tecnología, innovación y empresa*, Ediciones Pirámide: colección empresa y gestión, Madrid.
- Beynon J. i Dunkerley D. (edts.) (2000). *Globalization: The Reader*, The Athlone Press, London.
- Bohn, R.E. (1994). "Measuring and Managing Technological Knowledge", *Sloan Management Review*, hivern, 61-73.
- Bordo, M.D., Eichengreen, B. i D.A. Irwin (1999). "Is Globalization today really different than globalization a hundred years ago?", *NBER working paper 7195*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w7195>>.
- Braun, E. i Macdonald S. (1982). *Revolution in Miniature: The History and Impact of Semiconductor Electronics Re-explored*, Segona edició, Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Bresnahan, T.F., Brynjolfsson, E. i L.M. Hitt (1999). "Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-level Evidence", *NBER working paper 7136*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w7136>>.
- Brynjolfsson, E. (1996). "The Contribution of Information Technology to Consumer Welfare", *Information Systems Research*, 8 (setembre), 281-300.
- Brynjolfsson, E. i B. Kahin (2000). *Understanding the Digital Economy*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Brynjolfsson, E. i L.M. Hitt (2000a). "Computing Productivity: Firm-level Evidence", MIT Working Paper, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://ebusiness.mit.edu/erik>>.
- (2000b). "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance" a *The Puzzling Relations Between Computer and the Economy*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Propera aparició.
- Caballé, J. i M. Santos (1993). "On Endogenous Growth with Physical and Human Capital", *Journal of Political Economy*, 101, 6 (desembre), 1042-1067.
- Cabral, L. (1997). *Economía Industrial*, McGraw-Hill, Madrid.
- Callon, M. (1994). "Is Science a Public Good? Fifth Mullins Lecture", *Science, Technology, and Human Values*, 19, 4 (tardor), 395-424.

- Caniëls, M. C. J. (2000). *Knowledge Spillovers and Economic Growth. Regional Growth Differentials across Europe*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham (UK) and Northampton (Massachusetts).
- Caridad, M. (coord.) (1999). *La sociedad de la información. Política, tecnología e industria de los contenidos*, Editorial centro de estudios Ramon Areces, Madrid.
- Cass, D. (1965). "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation", *Review of Economic Studies*, 32 (juliol), 233-240.
- Casson, M. i A. Goodley (2000). *Cultural Factor in Economic Growth*, Springer, Berlin, Heidelberg and New York.
- Castells, M. (2001). *La galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad*, Editorial Plaza&Janés, Madrid.
- (1999). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura. Volumen III: Fin de milenio*, Alianza Editorial, Madrid.
- (1998). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura. Volumen II: El poder de la identidad*, Alianza Editorial, Madrid.
- (1997). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura. Volumen I: La Sociedad Red*, Alianza Editorial, Madrid. Segona edició: 2000.
- Castells, M. i M. I. Díaz de Isla (2001). "Diffusion and Uses of Internet in Catalonia and in Spain. A Commented Summary of Available Evidence, as of 2001", *PIC working paper 12/01, IN3 working papers*, Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.uoc.es/in3/wp/picwp/1201>>.
- Castells, M. i Hall, P. (2001). *Tecnópolis del mundo. La formación de los complejos industriales del siglo XXI*, Segona Edició, Alianza Editorial, Madrid.
- Cebrián, J. L. (1998). *La xarxa*, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya (Eduoc) i Editorial Proa, Col·lecció Biblioteca Oberta, Barcelona.
- Ceruzzi, P. (1998). *A History of Modern Computing, 1945-1995*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Cette, G., Mairesse, J. i M. Kocoglu (2000). *The diffusion on information and communication technologies in France. Measurement and contribution to economic growth and productivity*, *Economie et Statistique*, 339-340.
- Chen, J. (ed.) (1998). *Economic effects of Globalization*, Ashgate Publishing Ltd., Aldershot and Brookfield.
- Chiang, A. C. (1994). *Metodos fundamentales de economía matemática*, Tercera Edició, McGraw-Hill, Madrid.

- Clinton, W. i A. Gore (1993). *Technology for America's economic growth, a new direction to build economic strength*, Executive Office of the President, Washington, D.F.
- Colecchia, A. (2001). "The Impact of Information and Communications Technologies on Output Growth: Issues and Preliminary Findings", *STI Working Papers 11*, OECD, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>.
- Colecchia, A. i P. Schreyer (2001). "ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case?. A comparative study of nine OCDE Countries", *STI Working Papers 2001/7*, OECD, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>.
- Cortada, J.W. (ed.) (1998). *Rise of the Knowledge Worker*, Butterworth and Heinemann, Resources for the Knowledge-based Economy, Boston and Oxford.
- Council of Economic Advisors (2001). *Annual Report*, United States Government Printing Office, Whashington D.C.
- Crafts, N. (2000a). "The Solow Productivity Paradox in Historical Perspective", paper presentat a la conferència *Long-Term Trends in the World Economy*, desembre, University of Copenhagen, Copenhagen.
- (2000b). "Globalization and Growth in The Twentieth Century, IMF Working Paper, 00/44, International Monetary Fund, Washington D.C.
- Cremades, J. (2000). *Telecomunicaciones: 1000 conceptos básicos*, La Ley-Actualidad, Las Rozas, Madrid.
- Cullenberg, S., Amariglio, J., i D. F. Ruccio (2001). *Postmodernism, Economics and Knowledge*, Routledge, London and New York.
- Dasgupta P. i P. A. David (1994). "Toward a New Economics of Science", *Research Policy*, 23, 5 (setembre), 487-521.
- Daveri, F. (2001). "Information Technology and Growth in Europe", *University of Parma*, mimeo, Parma.
- 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 *Understanding the Digital Economy*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- (1993). "Knowledge, Property and the System Dynamics of Technological Change" a *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*, Whashington D.C..
- (1990). "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 80 (maig), 355-361.

- Davidson, R. i J. G. MacKinnon (1993). *Estimation and Inference in Econometrics*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- De Alarcón, E. (2000). *Diccionario de Informática e Internet*, Anaya Multimedia, Madrid.
- De la Fuente, Á. (1999). “Una nota sobre la rentabilidad social del I+D y el nivel óptimo de gasto”, *Papeles de Economía Española*, 81, 88-91.
- (1998). “Innovación tecnológica y crecimiento económico”, *colección de estudios n° 11*, Fundación COTEC, Madrid.
- (1995a). “Notas sobre la economía del crecimiento, I: Algunos modelos básicos”, *Papers de Treball de l’Institut d’Anàlisi Econòmica* (IAE-CSIC), PT 45-95, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- (1995b). “Inversión, catch-up tecnológico y convergencia real”, *Papeles de Economía Española*. 63, 18-34.
- (1992). “Histoire d’A: Crecimiento y Progreso Técnico”, *Investigaciones Económicas*, XVI, 3 (setembre), 331-391.
- De Long, B. (2001). “A Historical Perspective on the New Economy”, remarks prepared for the *Montreal New Economy Conference*, juny, Montreal. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.econ161.berkeley.edu>>.
- De Masi, P. (2000). “Does the Pickup in Productivity Growth Mean That There is a “New Economy?” a *United States of America: Selected Issues*, IMF Staff Country Report, 00/112, International Monetary Fund, Washington D.C.
- Delors, J. (coord.) (1993). *Crecimiento, competitividad y empleo. Retos y pistas para entrar en el Siglo XXI: Libro Blanco*, Oficina de Publicacions, Comissió de les Comunitats Europees, Luxemburg.
- Denison, E. (1986). *Trends in American Economic Growth, 1929-1982*, The Brookings Institution, Washington. D.C..
- Department of Trade and Industry (DTI) (1998). “*Our Competitive Future building the Knowledge driven economy*”, Secretary of State for Trade and Industry, London. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.dti.gov.uk/comp/competitive>>.
- Deutsche Bundesbank (2000). “Problems of International Comparisons of Growth –A Supplementary Analysis”, *Monthly Report May*, 39-43. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.bundesbank.de/en/monatsbericht/aufsatzliste.htm>>.
- Domar, E.D. (1946). “Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment”, *Econometrica*, 14 (abril), 137-147.
- Donges, J.B. (1998). “Hacia una economía abierta y global”, *Conferencia Anual Idelco*, Idelco, Madrid.

- Dosi, G. (2001). *Innovation, Organization and Economic Dynamics, Selected Essays*, Edward Elgar, Chentelham and Northampton (Massachusetts).
- (1982). "Technological Paradigms and Technological Trajectories", *Research Policy*, 11, 3 (juny), 147-162.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. i L. Soete (edts) (1988). *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London and New York.
- Downes, L. i C. Mui (2000). *Killer app. Estratègies digitals per a dominar el mercat*, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya (Eduoc) i Enciclopèdia Catalana (ECSA), Pòrtic Col·lecció Biblioteca Oberta, Economia i Empresa, Barcelona.
- Dowrick, S. i D.T. Nguyen (1989). "OECD Comparative Economic Growth 1950-1985: Catch-up and convergence", *American Economic Review*, 79, 5 (desembre), 1010-1030.
- Drucker, P. F. (1993). *Post-Capitalist Society*, HarperCollins Publishers, New York.
- Eco, U. (2001). *Cómo se hace una tesis*, gedisa editorial, biblioteca de educación, Barcelona.
- Economic Plannig Agency (2000). *The Effect of IT (Information Technology) on Productivity: In search of Japan's "New Economy*, Economic Plannig Agency, mimeo, Toquio. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.epa.go.jp/2000/f/1031f-seisakukoka-e/main.html>>.
- The Economist (2000). "Untangling e-conomics", 23 de setembre. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.economist.com/editorial/freeforall/20000923>>.
- EITO (2001). *European Information Technology Observatory 2001*, EITO, Frankfurt am Main. [On-line]. Disponible a URL: <www.eito.com>.
- (2000). *European Information Technology Observatory 2000*, Millennium Edition, EITO, Frankfurt am Main.
- (1999). *European Information Technology Observatory 1999*, EITO, Frankfurt am Main.
- Ellis, W. (2000). *The Classical Theory of Economic Growth*, Segona Edició, Palgrave, Hampshire (UK) and New York.
- European Central Bank (2001). "Nuevas tecnologías y productividad en la zona del Euro", a *Boletín Mensual Julio 2001*, BCE, Frankfurt am Main. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.ecb.int>>.
- European Comission (2001). *Cuadro de Indicadores de la Innovación 2001*, Documento de Trabajo de los Servicios de la Comisión, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Eurostat (2001a). *Information Society Indicators*, European Commission, Brusel·les. [On-line]. Disponible a URL: <<http://europa.eu.int/ISPO/>>.

- (2001b). *Information Society Statistics*. Pocketbook, 2001 Edition, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Eustace, C. (2000). *The Intangible Economy. Impact and Policy Issues*, Report of the European High Level Expert Group on the Intangible Economy, European Commission, Brussels.
- Favero, C. A. (2001). *Applied Macroeconometrics*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- Fenga, L., Perani, G., Riccardini, F. i G. Trovato (1998). "ICT Supply Side: An Analysis of Some Statistical Sources for Italy", paper presented for the 13th Vooburg Group Meeting, Setembre, Roma.
- Foray D. i B-A. Lundvall (1996). "The Knowledge-Based Economy: From the Economics of Knowledge to the Learning Economy" a *Employment and Growth in the Knowledge-based Economy*, OCDE, Paris.
- Forester, T. (ed.) (1989). *Computers in the Human Context*, Blackwell, Oxford.
- (ed.) (1985). *The Information Technology Revolution*, Blackwell, Oxford.
- (ed.) (1980). *The Microelectronics Revolution*, Blackwell, Oxford.
- Fox, M. F. (1983). "Publication Productivity Among Scientists: A Critical Review", *Social Studies of Science*, 13, 2 (maig), 285-305.
- Freeman, C. i C. Pérez (1988). "Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour" a *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London and New York.
- Geuna, A. (1999). *The Economics of Knowledge Production. Funding and the Structure of University Research*, Edward Elgar, Cheltenham (UK) and Northampton, Massachusetts.
- Goldin, C. (2001). "The Human Capital Century and American Leadership: Virtues of the Past", *NBER working paper 8239*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w8239>>.
- Gordon, R.J. (2000). "Does the "New Economy" Measure Up the Great Inventions of the Past?", *Journal of Economic Perspectives*, 14 (tardor), 49-74.
- (1999). "Has the "New Economy" Rendered the Productivity Slowdown Obsolete?", *Working Paper*, Northwestern University, 14 de juny.
- Gramlich, E. M. (2001). "The productivity Growth Spurt in the United States" speech before the *International Bond Congress*, London, 20 de febrer. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/2001>>.
- Green, W. H. (2000). *Econometric analysis*, fourth edition, Prentice Hall, London and New Jersey.

- Greenspan, A. (2001). "The Growing need for skills in the 21st century", *US Department of Labor 21st Century Workforce Summit*, Washington, D.C., 20 de juny. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/2001/20010620/default.htm>>.
- (2000b). "Structural Changes in the economy and financial markets", *America's Community Bankers Conference: Business Strategies for Bottom Line Results*, New York, 5 de desembre. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/2000/20001205.htm>>.
- (2000a). "Technological Innovation and the Economy", *White House Conference on the New Economy*, Washington D.C, 5 d'abril. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/2000/20000405.htm>>.
- (1999). "Information, productivity, and capital investment", *The Business Council*. Boca Raton, Florida, 28 d'octubre. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/1999/199910282.htm>>.
- (1998). "The semi-annual monetary policy report", *Subcommittee on Domestic and International Monetary Policy of the Committee on Banking and Financial Services of the US House of Representative*, Washington D.C., 24 de febrer. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.federalreserve.gov/boarddocs/hh/1998/february/testimony.htm>>.
- Griliches, Z. (1995a). Comments on Measurement Issues in Relating IT Expenditures to Productivity Growth", *Economics of Innovation and New Technology*, 3, 317-321.
- (1995b). "Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics, and Financing", *The Review of Economics and Statistics*, 77 (1), 55-65.
- (1994). "Productivity, R&D, and the Data Constraint", *American Economic Review*, 84, 1-23.
- (1990). "Patent Statistics as Economic Indicators: A survey", *Journal of Economic Literature*, 28, 1661-1697.
- (1984) (ed). *R&D, Patents and Productivity*, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- (1979). "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth", *Bell Journal of Economics*, 10 (1), 92-116.
- (1964). Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function, *American Economic Review*, 54, 961-974.
- (1958). "Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations", *Journal of Political Economy*, LXVI, 419-431.
- (1957). "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change", *Econometrica*, 25 (4), 501-522.
- Grossman, G. M. i E. Helpman (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- G-7 Finance Ministers (2000). "Impact of the IT Revolution on the Economy and Finance", *Report from G7 Finance Ministers to the Heads of State and Government*, 8 de juliol, Fukuoka.
- Ministerial Conference (1995): *The G-7 Information Society Conference: Theme Paper*, Information Society Project Office, Brussels and Luxembourg.

- Haacker, M. i J. Morsink (2001). "You Say You Want a Revolution: Information Technology and Growth", *IMF Research Department*, mimeo, IMF, Washington.
- Hall, B. H., Griliches, Z. i J. A. Hausman (1986). "Patents and R and D: Is there a lag?", *International Economic Review*, 27, 2 (juny), 265-283.
- Hall, R. (1989). "The Management of Intellectual Assets: A New Corporate Perspective", *Journal of General Management*, 15, 1 (tardor), 53-68.
- Harrod, R.F. (1948). *Towards a Dynamic Economics. Some recent developments of Economic Theory and their applications to policy*, Macmillan, London.
- (1939). "An Essay in Dynamic Theory", *Economic Journal*, 49 (juny), 14-33.
- Hatchuel, A. i B. Weil (1995). *Experts in Organizations: A Knowledge-based Perspective on Organisational Change*, Walter de Gruyter, Berlin and New York.
- Hicks, D. (1995). "Published Papers, Tacit Competencies and Corporate Management of the Public/Private Character of Knowledge", *Industrial and Corporate Change*, 4 (2), 401-424.
- Hicks, J.R. (1965). *Capital and Growth*, Oxford University Press, New York.
- (1963). *The Theory of Wages*, Macmillan, London.
- IDESCAT (2001). *CIIU-Rev. 3 (ca). Classificació industrial internacional uniforme per a totes les activitats econòmiques*, Codis, nomenclatures i classificacions, Institut d'Estadística de Catalunya, Barcelona. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.idescat.es/scripts/sqlicono.dll?TC=5&v0=1&v1=51&v2=4>>. [Data de consulta: 27 de desembre de 2001].
- Ilzkovitz, F. i U. Mogensen (1999). "Tecnologías de la información y de las comunicaciones en Europa. Problemas y desafíos", *Papeles de Economía Española*, 81, 21-33.
- IMF (2001). "The Information Technology Revolution" a *World Economic Outlook October 2001*, World Economic and Financial Surveys, International Monetary Fund, Washington D.C. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.imf.org>>.
- INSEE (1999). *Technologies et société de l'Information, édition 1999*, mars, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.insee.fr/>>.
- International Telecommunications Union (ITU) (2001). *World Telecommunications Indicators 2001*, ITU, Geneva, Switzerland. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.itu.int/home/index.html>>. [Data de consulta: 24 de novembre de 2001].
- Jha, R. i S. K. Majumdar (1999). "A matter of connections: OECD telecommunications sector productivity and the role of cellular technology difusion", *Information Economics and Policy*, 11, 243-269.

- Jhonston, J. (1989). *Métodos de econometría*, Vicens Vives, Barcelona.
- Jones, Ch. I. (1998). *Introduction to economic growth*, Norton and Company, New York.
- Jones, H. (1975). *Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico*, Antoni Bosch editor, Barcelona.
- Jorgenson, D. W. and K. J. Stiroh (2001). "Information Technology and the US Economy", *American Economic Review*, 91 (març), 1-32.
- (2000). "Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age", *Brookings Papers on Economic Activity*: 1, Brookings Institution, 161-167.
- (1999). "Productivity Growth: Current Recovery and Longer-term Trends", *American Economic Review*, 89 (2), Papers and Proceedings, 109-115.
- Jorgenson, D. W. i Z. Griliches (1967). "The Explanation of Productivity Change", *Review of Economic Studies*, 34 (3), 249-282.
- Kaldor, N. (1957). "A model of Economic Growth", *Economic Journal*, (desembre), 591-624.
- Kaldor, N. i J. Mirrlees (1962). "A New Model of Economic Growth", *Review of Economic Studies*, (juny), 174-192.
- Keenwood, A.G. i A.L. Lougheed (1999). *The Growth of the International Economy 1820-2000*, Fourth Edition, Routledge, London and New York.
- Keynes, J.M. (1936). *La teoría general del empleo, el interés y el dinero*, Ediciones Aosta: Biblioteca de grandes economistas del siglo XX, 1998, Madrid.
- Khun, T. S. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, 1971, México D.F.
- Koopmans, T.C. (1965). "On the Concept of Optimal Economic Growth" a *The Econometric Approach to Development Planning*, North Holland, Amsterdam.
- Kranzberg, M. i C. W. Pursell (edts.) (1967). *Technology in Western Civilization*, 2 volums, Oxford University Press, New York.
- Kranzberg, M. (1985). "The information age: evolution or revolution?" a *Information Technologies and Social Transformation*, Bruce R. Guile (ed.), National Academy of Engineering, Washington D.C.
- Kremer, M. (1993). "Population Growth and Thecnological Change: One Million B.C. to 1990", *Review of Economic Studies*, 35 (abril), 155-174.
- Krugman, P. (1998). "America the Boastful", *Foreign Affairs*, 77, 3 (maig-juny), 32-45.

- (1997). "Requiem for the New Economy", *Fortune*, 10 de novembre.
- Landefeld J.S. i Fraumeni B.M. (2001). "Measuring the New Economy", *Survey of Current Business*, Març, 23-40. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.bea.doc.gov/bea/an/0301niw/maintext.htm>>.
- Landefeld. J.S. i R. Parker (1998). "BEA's Chain Indexes, Time Series, and Measures of Long-Term Economic Growth", *Survey of Current Business*, maig, 58-68.
- Lanjouw, J. O. i M. Schankerman (1999). "The Quality of Ideas: Measuring Innovation with Multiple Indicators", *NBER working paper 7345*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w7345>>.
- Leamer, E.E. i M. Storper (2001). "The Economic Geography of the Internet Age", *NBER working paper 8450*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w8450>>.
- Leiner, B. M., Cerf V.G. i alt. (2000). "Una historia abreviada de Internet" a *Internet Society*. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.isoc.org/internet/history/index.shtml>>.
- Lequiller, F. (2001). "La Nouvelle Economie et la Mesure de la Croissance du PIB", *Serie des documents de travail de la Direction des Etudes et Syntheses Economiques*, INSEE, Paris.
- Lipsey, R.G. (1971). *An Introduction to Positive Economics*, Tercera edició, Weidenfeld and Nicholson, London.
- Lladós, J. (2001). "Ha aprofitat la indústria catalana la revolució tecnològica dels noranta?", paper publicat al *Portal de la UOC*, Universitat Oberta de Catalunya. [On-line]. Disponible a <<http://www.uoc.es>>.
- (2000). "Cambio tecnológico y competitividad del comercio exterior de la industria de Barcelona", *Universitat Oberta de Catalunya*, Mimeo.
- Loasby, B. J. (1999). *Knowledge, Institutions and Evolution in Economics*, The Graz Schumpeter Lectures, Routledge, London and New York.
- López Cerezo, J. A. i J. M. Sánchez Ron (edts) (2001). *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo*, Editorial Biblioteca Nueva, Organización de Estados Iberoamericanos, Madrid.
- Lucas, H. C. Jr. (1999). *Information Technology and the Productivity Paradox. Assessing the Value of Investing in IT*. Oxford University Press, Oxford and New York.
- Lucas, R. E. Jr. (1988). "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary*

- Economics*, 22 (juliol), 3-42.
- (1987). *Models of Business Cycles*, Basic Blackwell, London.
- (1972). "Expectations and the Neutrality on Money", *Journal of Economic Theory*, 4 (abril), 103-124.
- Lundvall, B-A. i S. Borrás (1997). "*The globalising learning economy: Implications for innovation policy*", Report Based on contributions from seven projects under the TSER programme, DG XII, Commission of the European Union, Brussels.
- Lundvall, B-A. i B. Johnson (1994). "The Learning Economy", *Journal of Industry Studies*, Volum 1, 2 (desembre), 23-42.
- Lyotard, J.F. (1983/1979). *The Postmodern condition*, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Maddison, A. (2001). *The World Economy. A millennial Perspective*, Development Centre Studies, OCDE, Paris.
- (1982). *Las fases del desarrollo capitalista*, Fondo de Cultura Económica, 1986, México D.F.
- Mahoney, M.S. (1988). "The History of Computing in the History of Technology", *Annals of History of Computing*, 10, 2.
- Majó, J. (1997). *Chips, cables y poder*, Editorial Planeta, Barcelona. [Edició catalana: *Xips, cables i poder*, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya (Eduoc) i Editorial Proa, Col·lecció Biblioteca Oberta, 1997, Barcelona].
- Malthus, T. R. (1798). *First Essay on Population*, Macmillan, 1978, London.
- Mankiw, N.G., D. Romer i D. Weil (1992). "A contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 107 (maig), 407-438.
- Mansfield, E. i E. Mansfield (1968). *The Economics of Technological Change*, Norton, New York.
- Martínez González-Tablas A. (2000). *Economía política de la globalización*, Ariel Economía, Barcelona.
- Marx, K. (1867-1883). *El capital: crítica de la economía política*, Ediciones Akal: biblioteca de ensayo, 8 vols, 2000. Madrid.
- McClellan, J.E. i Dorn, H. (1999). *Science and Technology in World History: An Introduction*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- McMorrow, K. I W. Roeger (2001). "Potential Output: Measurement Methods, "New" Economy Influences and Scenarios for 2001-2010. A comparison of the EU15 and the US",

- Economic Papers 150*, Directorate-General for Economic and Financial Affairs (ECFIN), European Commission, Brussels.
- Mokyr, J. (1990). *The Level of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*, Oxford University Press, New York. (Edició castellana: *La palanca de la riquesa*, Alianza Editorial, 1993, Madrid).
- (ed.) (1985). *The Economics of the Industrial Revolution*, Rowman and Allanheld, Totowa, New Jersey.
- Molero, J. (coord.) (2000). *Competencia global y cambio tecnológico*, Ediciones Pirámide, Madrid.
- Moulton, B.R. (2000). "GDP and the Digital Economy: Keeping up with the Changes" a *Understanding the Digital Economy*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Moulton, B.R. i Seskin, E.P. (1999). "A Preview of the 1999 Comprehensive Revision of the National Income and Product Accounts Statistical Changes", *Survey of Current Business*, Octubre, 6-17. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.bea.doc.gov/bea/an/1099niw/maintext.htm>>.
- Mulligan, C. B. i X. Sala-i-Martin (1995). "Measuring Aggregate Human Capital", *NBER working paper 5816*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w5016>>.
- (1993). "Transitional Dynamics in Two-Sector Models of Endogenous Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 108, 3 (agost), 737-773.
- Nadiri, M. I. i S. Kim (1996). "International R&D Spillovers, trade and Productivity in major OECD countries", *NBER working paper 5801*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w5801>>.
- Naughton, J. (1999). *A Brief History of the Future. The Origins of the Internet*, Weindenfeld and Nicolson, London.
- Navascués, M. (2000). "El nuevo paradigma de la economía americana. Argumentos y Pruebas", *Revista Económica del ICE*, 783 (gener-febrer), 21-31.
- Neef, D. (ed.) (1998). *The Knowledge Economy*, Butterworth and Heinemann, Resources for the Knowledge-based Economy, Boston and Oxford.
- Neef, D., Siesfeld, G.A. i J. Cefola (ed.) (1998). *The Economic Impact of Knowledge*, Butterworth and Heinemann, Resources for the Knowledge-based Economy, Boston and Oxford.
- Neffa, J. C. (2000). *Las innovaciones científicas y tecnológicas. Una introducción a su economía política*, Editorial Lumen/Humanitas, Buenos Aires.

- Negroponte, N. (1995). *Being Digital*, Alfred A. Knopf, New York.
- Nelson, R.R. (1993) (ed). *National Systems of Innovation*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- (1987). *Understanding Technological Change as an Evolutionary Process*, North-Holland, Amsterdam.
- (1982). "The Role of Knowledge in R&D Efficiency", *Quarterly Journal of Economics*, 97, 453-470.
- (1973). "Recent Exercises in Growth Accounting: New Understanding or Dead End?", *American Economic Review*, juny, 462-468.
- (1959). "The Simple Economics of Basic Scientific Research", *Journal of Political Economy*, 67, 297-306.
- Nonaka, I. (1991). "The Knowledge Creating Company", *Harvard Business Review*, novembre-desembre, 28-47.
- Nonaka, I. i P. Byosiere (2000). "La creación de conocimiento regional: un proceso de desarrollo social" a *Las Sociedades del Conocimiento*, Cluster Conocimiento, Ediciones PMP (Professional Management Publications], Bilbao.
- Nonneman, W. i P. Vandhout (1996). "A further augmentation of the Solow model and the empirics of economic growth for OECD countries", *Quarterly Journal of Economics*, 110, 943-953.
- Nordhaus, W.D. (2001). "Productivity Growth and the New Economy", *NBER working paper 8096*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w8096>>.
- (1969). *Invention, Growth and Welfare: A Theoretical Treatment of Technological Change*, MIT press, Cambridge, Massachusetts.
- Nordic Council of Ministers (1998). *The Information and Comunication Technology sector in the Nordic Countries –a first estadistical description-*, Conpenhagen.
- North, D.C. (1981). *Structure and Change in Economic History*, Norton, New York.
- Norton, R.D. (2001). *Creating a New Economy. The Entrepreneur and the US Resurgence*, Edward Elgar, Cheltenham (UK) and Northampton, Massachusetts.
- NUA (2001). *NUA Internet Surveys*, Computer Scope, Dublin. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nua.ie/surveys/>>. [Data de consulta: 17 de gener de 2002].
- OCDE (2001a). *Communications Outlook 2001*, OCDE, Paris. [On-line]. Disponible a URL:

- <<http://www.oecd.org>> .
- (2001b). *Science, Technology and Industry Outlook. Drivers of Growth: Information, Technology, Innovation and Entrepreneurship. Special Edition 2001*, OCDE Science and Innovation, Paris.
- (2001c). *OCDE Science, Technology and Industry Scoreboard. Towards a Knowledge-Based Economy. 2001 Edition*, OCDE Science and Innovation, Paris.
- (2001d). *OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-level and Aggregate Productivity Growth*. OCDE, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.oecd.org/subject/growth/prod-manual.pdf>
- (2000a). *Telecommunications Database 1999*, OCDE, Paris.
- (2000b). *A New Economy?. The Changing Role of Innovation and Information Technology in Growth*, OCDE, Paris.
- (2000c). *Measuring the ICT sector*, OCDE, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.oecd.org/dsti/sti/it/prod/measuring_ict.htm>.
- (2000d). *Education at a Glance*, OECD Database 2000, OCDE, Paris.
- (1999a). *Communications Outlook 1999*, OCDE, Paris.
- (1999b). *The Future of the Global Economy. Towards a Long Boom?*, OCDE, Paris.
- (1999c). *Tableau de bord de l'OCDE de la Science, de la Technologie et de l'Industrie 1999. Mesurer les économies fondées sur le savoir*, OCDE, Paris.
- (1998). *The OCDE jobs strategy: technology, productivity and job creation*, OCDE, Paris.
- (1996). *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*, OCDE, Paris.
- Oliner, S. D. i D. E. Sichel (2000). "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story", *Journal of Economic Perspectives*, 14 (tardor), 3-22.
- Oliver, J. i Caixa Catalunya (diversos anys). "Estudis sobre la despesa de consum a Espanya i a l'OCDE", *Reports Monogràfics, Índex de Consum Caixa Catalunya*, Caixa Catalunya, Barcelona. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.caixacat.es>>.
- Oulton, N. (2001). "ICT and Productivity Growth in the UK", *Bank of England Working Paper*, Bank of England, London.
- Pasinetti, L.L. (1969). *Cambio estructural y crecimiento económico*, Editorial Pirámide, 1985, Madrid.
- Payson, S. (2000). *Economics, Science and Technology*, Edward Elgar, Cheltenham and Northampton (Massachusetts).
- Petit, P. (2000). "La sociedad del conocimiento: un nuevo orden económico", a *Economía y trabajo en la sociedad del conocimiento*, Fundació CIREM i ICT, Barcelona.
- (1988). *La Croissance Tertiaire*, Economica, Paris.
- Pilat, D. i F.C. Lee (2001). "Productivity Growth in ICT-Producing and ICT-Using Industries. A Source of Growth Differentials in the OCDE?", *STI Working Papers 2001/4*, OECD, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>.
- PNUD (2001). *Informe sobre el desarrollo humano 2001. Poner el adelanto tecnológico al*

- servicio del desarrollo humano*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Mundi-Prensa Libros, Madrid.
- Pohjola, M. (2001). *Information Technology, Productivity, and Economic Growth. International Evidence and Implications for Economic Development*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- Polanyi, M. (1958-1978). *Personal Knowledge*, Routledge and Kegan Paul, London and New York.
- Porter, M. E. i S. Stern (2000). "Measuring the "Ideas" Production Function: Evidence from International Patent Output", *NBER working paper 7891*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w7891>>.
- Puigjaner, R. (coord.) i Barceló, M. (1999). *Introducció a les tecnologies de la informació*, Material didàctic, Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona.
- Punzo, L. F. (ed) (2001). *Cycles, Growth and Structural Change. Theories and empirical evidence*, Routledge, London and New York.
- Ramsey, F. (1928). "A Mathematical Theory of Saving", *Economic Journal*, 38 (desembre), 543-559.
- Rebelo, S. (2001). "The Role of Knowledge and Capital in Economic Growth", a *Information Technology, Productivity and Economic Growth*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- (1991). "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 99, 3 (juny), 500-521.
- Reddy, P. (2000). *Globalization of Corporate R&D. Implications for innovation systems in host countries*, Routledge studies in International Business and the World Economy, Routledge, London and New York.
- Ricardo, D. (1817). *Els principis d'economia política i tributació*, Edicions 62: clàssics del pensament modern, Barcelona.
- Robinson, J. (1938). "The Classification of Inventions", *Review of Economic Studies*, 5 (febrer), 139-142.
- Rodríguez, I. (2000). *Marketing.com. Marketing y comercio electrónico en la sociedad de la información*, Editorial Pirámide y Editorial ESIC, Madrid.
- Rodríguez, M. A. (2001). *Estadísticas de la Sociedad de la Información. Notas Metodológicas*,

- Documentos de Trabajo 6/01, Área de Estadísticas e Indicadores de Ciencia y Tecnología, Subdirección General de Estadísticas de los Servicios, Instituto Nacional de Estadística (INE), Madrid.
- Roeger, W. (2001). "The Contribution of Information and Communication Technologies to Growth in Europe and the United States: A Macroeconomic Analysis", *Economic Papers n° 147*, European Commission.
- Romer, P.M. (1994). "The Origins of Endogenous Growth", *Journal of Economic Perspectives*, 8, 1 (hivern), 3-22.
- (1993). "Two Strategies for Economic Development: Using Ideas and Producing Ideas" a *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*, World Bank, Washington, D.C.
- (1990a). "Are Non-Convexities Important for Understanding Growth?", *American Economic Review*, maig, 97-103.
- (1990b). "Endogenous Technical Change", *Journal of Political Economy*, 98, 5 (octubre), II part, S71-S102.
- (1989). "Increasing Returns and New Developments in the Theory of Growth", *NBER working paper 3098*, Cambridge, Massachusetts.
- (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 94, 5 (octubre), 1002-1037.
- Rosegger, G. (1996). *The Economics of Production and Innovation. An industrial perspective*, Butterworth and Heinemann, Boston and Oxford.
- Rosenberg, N. (1996). "Uncertainty and Technological Change" a *The Mosaic of Economic Growth*, Stanford University Press, Stanford.
- (1976). *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press, London. [Edició castellana: *Tecnología y Economía*, Editorial Gustavo Gili, 1979, Barcelona].
- Ruttan, V.W. (2001). *Technology, Growth, and Development: An Induced Innovation Perspective*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- Sala-i-Martin, X. (1999). *Apuntes de crecimiento económico*, Segona edició, Antoni Bosch editor, 2000, Barcelona.
- Salas Fumás, V. (2001). "La dimensión de la empresa en la economía de la información", *Papeles de Economía Española*, 89/90, 2-17.
- Sales, T. (1980). "La prehistòria de la informàtica: Antecedents històrics de l'ENIAC (1946)"; "La primera generació als USA: De l'ENIAC al transistor (1946-1958)"; "La informàtica comercial espanyola en la primera dècada (1960-1970): Apuntes para una historia de la informática en España", *Revista Novatica*, ATI, 34 (juliol-agost), Barcelona.
- Salter, W.E.G. (1960). *Productivity and Technical Change*, Cambridge University Press,

Cambridge. Massachusetts.

Samuelson, P.A. (1948). *Economics*, Novena edició, McGraw-Hill, 1973, New York.

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

Scherer, F. M. (1999). *New Perspectives on Economic Growth and Technological Innovation*, Brookings Institution Press, Washington D.C.

Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Schreyer, P. (2000). "The Contribution of Information and Communication Technologies to Output Growth", *STI working paper 2000/2*, OCDE, Paris. [On-line]. Disponible a URL: <http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm>.

Schultz, T. (1961). "Investment in Human Capital", *American Economic Review*, març, 1-17.

Schumpeter, J. A. (1954). *Historia del análisis económico*, Editorial Ariel: Ariel Economía, 1995, Barcelona.

---- (1942). *Capitalisme, Socialisme i Democràcia*, 2 volums, Edicions 62: clàssics del pensament modern, Barcelona.

---- (1939). *Business cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, 2 vol., Porcupine Press, 1982, Philadelphia.

---- (1934). *The Theory of Economic Development*, Oxford University Press, 1961, New York.

Schwartz, P., Kelly E. i N. Boyer (2000). "The Emerging Global Knowledge Economy", a *The Future of the Global Economy*, OCDE, Paris.

SEDISI (2000). *Métrica de la Sociedad de la Información*, Asociación española de Empresas de Tecnologías de la Información (SEDISI) i Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Madrid. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.sedisi.es>>.

Seskin, E. P. (1999). Improved Estimates of the National Income and Product Accounts for 1959--98: Results of the Comprehensive Revision, *Survey of Current Business*, Desembre, 15-43. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.bea.doc.gov/bea/an/1299niw/maintext.htm>>.

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

Shy, O. (2001). *The Economics of Network Industries*, Cambridge University Press, Cambridge

- and New York.
- Silverberg, G. i L. Soete (1994). *The Economics of Growth and Technical Change: Technologies, Nations, Agents*, Edward Elgar Publishing, Aldershot (UK) and Brookfield, Vermont.
- Smith, A. (1776). *La riqueza de las naciones*, Alianza Editorial: Ciencias Sociales, 2001, Madrid.
- Smonly, W. (2000). *Endogenous Innovations and Knowledge Spillovers. A theoretical and empirical analysis*, ZEW Economic Studies, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Solow, R.M. (ed) (2001). *Landmark Papers on Economic Growth*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham and Northampton, Massachusetts.
- (2000). *Growth Theory: an exposition*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- (1957). "Technical Change and the Agregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.
- (1956). "A contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1 (febrer), 65-94.
- Soros, G. (1999). *La crisi del capitalisme global. La societat oberta en perill*, Columna Assaig, Editorial Columna, Barcelona.
- Statistics Denmark, Statistics Finland, Statistics Iceland, Statistics Norway and Statistics Sweden (2000). *The ICT Sector in the Nordic Countries*, Statistics Denmark, Copenhagen.
- Statistics Finland (1999). *On the Road to the Finnish Information Society II*, Helsinki.
- Stephan, P. E. (1996). "The Economics of Science", *Journal of Economic Literature*, XXXIV, 3 (setembre), 1199-1235.
- Stern, S., Porter, M. E. i J. L. Furman (2000). "The Determinants of National Innovative Capacity", *NBER working paper 7876*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w7876>>.
- Stigler, C.J. (1941). *Production and Distribution Theories: The Formative Periode*, Macmillan, New York.
- Stiroh, K. J. (2001). "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?", *Staff Report 115*, Federal Reserve Bank of New York, New York.
- (1999). "Is There a New Economy", *Challenge*, juliol-agost, 82-101.
- Sraffa, P. (1960). *Production of Commodities by means of Commodities*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Suárez, A. (2001). *Nueva Economía y Nueva Sociedad. Los grandes desafíos del siglo XXI*,

- Prentice Hall, Madrid.
- Summers, R. i A. Heston (1991). "The Penn World Table (Mark 5): An expanded set of international comparison, 1950-1988", *Quarterly Journal of Economics*, 106, 237-368. [On-line]. Disponible a URL: <<http://pwt.econ.upenn.edu/>>. [Data de consulta: 15 de desembre de 2001].
- Swan, T.W. (1956). "Economic Growth and Capital Accumulation", *The Economic Record*, novembre, 334-361.
- Temple, J. (1998). "Equipment investment and the Solow Model", *Oxford Economic Papers*, 50, 39-62.
- Terricabres, J.M. (coord.) (2001). *El pensament filosòfic i científic*, 2 volums, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya (EDIUOC) i Enciclopèdia Catalana (ECSA), Àgora Biblioteca Oberta, Barcelona.
- (1998). *Teoria del coneixement*, Material didàctic, Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona.
- Thurow, L. (2000). *Construir Riqueza. Las nuevas reglas para individuos, empresas y naciones en una economía basada en el conocimiento*, Javier Vegara editor, Buenos Aires.
- Tugores, J. (1994). "Grados de competencia imperfecta, localización industrial y comercio internacional", *El Trimestre Económico*, desembre, 585-601.
- Usategui, J.M. (2000). *Economía de la Información*, Servicio editorial Universidad del País Vasco, Bilbao.
- UNESCO (2001). *Statistical Database*, Unesco Institut for Statistics. Paris. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.uis.unesco.org/en/stats/stats0.htm>>. [Data de consulta: 22 de gener de 2002].
- (1999). *World Communication and Information Report 1999-2000*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Publishing, Paris.
- United Nations (2001). *CIU Rev.3, Estructura detallada y notas explicativas*, Classifications Registry, UN Statistics Division, United Nations, New York. [On-line]. Disponible a URL: <<http://esa.un.org/unsd/cr/registry/regrt.asp>>. [Data de consulta: 15 de gener de 2002].
- US Bureau of Economic Analysis (1999): *Comprehensive revision of NIPA Tables*. Washington D.C. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.bea.doc.gov/>>. [Data de consulta: 20 d'octubre de 2001].
- US Department of Commerce (2000). *Digital Economy 2000*, Economics and Statistics

- Administration, US Government Printing Office, Washington DC. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.esa.doc.gov/508/esa/DigitalEconomy.htm>>.
- (1999). *The Emerging Digital Economy II*, Economics and Statistics Administration, US Government Printing Office, Washington DC. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.ecommerce.gov/ede/>>.
- (1998). *The Emerging Digital Economy*, US Government Printing Office, Washington DC. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.ecommerce.gov/emerging.htm>>.
- US Department of Labor (2002). *Multifactor Productivity Measures for Three-digit SIC Manufacturing Industries, 1990-1999*, Bureau of Labor Statistics, Report 956, Gener. [On-line]. Disponible a URL: <<http://stats.bls.gov/mfp/home.htm>>. [Data de consulta: 4 de febrer de 2002].
- Uzawa, H. (1965). "Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth", *International Economic Review*, 6 (gener), 18-31.
- Valdes, B. (1999). *Economic Growth: Theory, Empirics and Policy*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham (UK) and Northampton (Massachusetts).
- Van Ark, B. (2001). "The Renewal of the Old Economy: Europe in an Internationally Comparative Perspective", *University of Groningen*, mimeo, Groningen.
- Vavares, C., Prakken, J. i L. Guirl (1998). "Macro Modeling with Chain-Type GDP", *Journal of Economic and Social Measurement*, 24 (2), 123-142.
- Vidal Villa J.M. (2001). *Fundamentos de economía para la Sociedad de la Información*, Material didàctic, Programa de doctorat sobre la societat de la informació i el coneixement, Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona.
- (1996). *Mundialización: 10 tesis y otros artículos*, Editorial Icaria, Barcelona.
- (1990). *Hacia una economía mundial*, Editorial Plaza & Janés, Barcelona.
- Vilaseca, J. (2001). "Economía del Conocimiento" i "Sociedad del Conocimiento" a *Manual y diccionario de Economía Político-social*, Editorial Trotta, Madrid.
- (2000). "Nova economia", Material didàctic, Programa de doctorat sobre la societat de la informació i el coneixement, Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona.
- (1994a). *Los esfuerzos de Sísifo. La integración económica en América Latina y el Caribe*, Los libros de la catarata, Madrid.
- (1994b). "La integración económica y sus efectos en el desarrollo económico. Comparación de los procesos latinoamericanos y la Comunidad Europea", *El Trimestre Económico*, 243, 3 (juliol-setembre), 467-498.
- Vilaseca, J. i J. Torrent (2002), "La evolución del sector TIC en España: una comparación internacional", *Informe trimestral Infojobs.net*, Barcelona. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.uoc.es>>.
- (2001a), "La ocupación de la economía del conocimiento en España", *Informe trimestral Infojobs.net*, Barcelona. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.uoc.es>>.

- (2001b). "La nova economia: evolució o revolució?. La realitat econòmica de la indústria de la informació", *Perspectiva Econòmica de Catalunya*, 211 (gener-febrer), 67-80, Cambra de Comerç, Indústria i Navegació de Barcelona, Barcelona.
- Weinstein, B. L. (1997). "Welcome to the New Economy", *Perspectives*, 12, 2 (desembre), 1-4.
- Whelan, K. (2000). "A Guide to the Use of Chain Aggregated NIPA Data", *Finance and Economics Discussion Paper 2000/35*, Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington D.C.
- World Bank (1998). *World Development Indicators 1998*. CD-Rom, World Bank, Washington D.C.
- Yang, S. i E. Brynjolfsson (2001). "Intangible Assets and Growth Accounting: Evidence from Computer Investments", *MIT Working Papers*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a <<http://ebusiness.mit.edu/erik>>.
- Young, A. (1993). "Invention and Bounded Learning By Doing", *Journal of Political Economy*, 101, 3 (juny), 443-472.
- Zerdick, A. et al. (2000). *E-economics. Strategies for the Digital Marketplace*, European Communication Council Report, Berlin.
- Zucker, L. G., Darby, M. R. i J. S. Armstrong (2001). "Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology", *NBER working paper 8499*, Cambridge, Massachusetts. [On-line]. Disponible a URL: <<http://www.nber.org/papers/w8499>>.

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígit

Codi	Descripció
A Agricultura, ramaderia, caça i silvicultura	
01 Agricultura, ramaderia, caça i activitats dels serveis que s'hi relacionen	
011	Conreus en general; conreu d'hortalisses i horticultura
0111	Conreu de cereals i altres conreus ncaa
0112	Conreu d'hortalisses i llegums
0113	Conreu de fruites, fruita seca i espècies; conreu de plantes que s'utilitzen per preparar begudes
012	Cria de bestiar
0121	Cria de bestiar boví, ovi, cabrum i equi; cria de bestiar de llet
0122	Cria d'altre bestiar; productes animals derivats ncaa
013	Conreu de productes agrícoles amb combinació amb la cria d'animals (explotació mixta)
0130	Conreu de productes agrícoles amb combinació amb la cria d'animals (explotació mixta)
014	Activitats dels serveis relacionats amb l'agricultura i la ramaderia, llevat de les activitats veterinàries
0140	Activitats dels serveis relacionats amb l'agricultura i la ramaderia, llevat de les activitats veterinàries
015	Caça mitjançant mètodes ordinaris i trampes, repoblació d'animals, i activitats dels serveis que s'hi relacionen
0150	Caça mitjançant mètodes ordinaris i trampes, repoblació d'animals, i activitats dels serveis que s'hi relacionen
02 Silvicultura, extracció de fusta i activitats dels serveis que s'hi relacionen	
020	Silvicultura, extracció de fusta i activitats dels serveis que s'hi relacionen
0200	Silvicultura, extracció de fusta i activitats dels serveis que s'hi relacionen
B Pesca	
05 Pesca, explotació de vivers de peixos i granges piscícoles i activitats dels serveis que s'hi relacionen	
050	Pesca, explotació de vivers de peixos i granges piscícoles i activitats dels serveis que s'hi relacionen
0500	Pesca, explotació de vivers de peixos i granges piscícoles i activitats dels serveis que s'hi relacionen
C Explotació de mines i pedreres	
10 Extracció d'hulla i lignit; extracció de torba	
101	Extracció i aglomeració d'hulla
1010	Extracció i aglomeració d'hulla
102	Extracció i aglomeració de lignit
1020	Extracció i aglomeració de lignit
103	Extracció i aglomeració de torba
1030	Extracció i aglomeració de torba
11 Extracció de petroli brut i de gas natural; activitats dels serveis relacionats amb les explotacions petrolíferes i de gas, llevat de les activitats de prospecció	
111	Extracció de petroli brut i de gas natural
1110	Extracció de petroli brut i de gas natural
112	Activitats dels serveis relacionats amb les explotacions petrolíferes i de gas, llevat de les activitats de prospecció
1120	Activitats dels serveis relacionats amb les explotacions petrolíferes i de gas, llevat de les activitats de prospecció
12 Extracció de minerals d'urani i de tori	
120	Extracció de minerals d'urani i de tori
1200	Extracció de minerals d'urani i de tori
13 Extracció de minerals metàl·lics	
131	Extracció de minerals de ferro
1310	Extracció de minerals de ferro
132	Extracció de minerals metàl·lics no fèrrics, llevat dels minerals d'urani i de tori
1320	Extracció de minerals metàl·lics no fèrrics, llevat dels minerals d'urani i de tori
14 Explotació d'altres mines i pedreres	
141	Extracció de pedra, sorra i argila
1410	Extracció de pedra, sorra i argila
142	Explotació de mines i pedreres ncaa
1421	Extracció de minerals per a la fabricació d'adobs i productes químics
1422	Extracció de sal
1429	Explotació d'altres mines i pedreres ncaa
D Indústries manufactureres	
15 Elaboració de productes alimentaris i begudes	
151	Producció, transformació i conservació de carn, peix, fruita, llegums, hortalisses, olis i greixos
1511	Producció, transformació i conservació de carn i productes carnis
1512	Elaboració i conservació de peix i productes a base de peix
1513	Elaboració i conservació de fruites, llegums i hortalisses
1514	Elaboració d'olis i greixos d'origen vegetal i animal

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígits (continuació)

Codi	Descripció
152	Elaboració de productes lactis
1520	Elaboració de productes lactis
153	Elaboració de productes de molinaria, midons i productes amilacis, i aliments preparats per a animals
1531	Elaboració de productes de molinaria
1532	Elaboració de midons i productes amilacis
1533	Elaboració d'aliments preparats per a animals
154	Elaboració d'altres productes alimentaris
1541	Elaboració de productes de fleca
1542	Elaboració del sucre
1543	Elaboració del cacau i xocolata i productes de confiteria
1544	Elaboració de pastes alimentoses, cuscús i productes de similars
1549	Elaboració d'altres productes alimentaris ncaa
155	Elaboració de begudes
1551	Destil·lació, rectificació i mescla de begudes alcohòliques; producció d'alcohol etílic a partir de substàncies fermentades
1552	Elaboració de vins
1553	Elaboració de begudes alcohòliques a base de malta; fabricació de malta
1554	Elaboració de begudes no alcohòliques; producció d'aigües minerals
16	<i>Elaboració de productes de tabac</i>
160	Elaboració de productes de tabac
1600	Elaboració de productes de tabac
17	<i>Fabricació de productes tèxtils</i>
171	Filatura, teixidura i acabament de productes tèxtils
1711	Preparació i filatura
1712	Acabament de productes tèxtils
172	Fabricació d'altres productes tèxtils
1721	Fabricació d'articles confeccionats amb materials tèxtils, llevat de la roba de vestir
1722	Fabricació de tapissos i catifes
1723	Fabricació de cordes, cordills, caramells i xarxes
1729	Fabricació d'altres productes tèxtils ncaa
173	Fabricació de teixits i articles de punt i ganxet
1730	Fabricació de teixits i articles de punt i ganxet
18	<i>Fabricació de peces de vestir, adobament i tenyiment de pells</i>
181	Fabricació de peces de vestir, llevat de pell
1810	Fabricació de peces de vestir, llevat de pell
182	Adobament i tenyiment de pells; fabricació d'articles de pell
1820	Adobament i tenyiment de pells; fabricació d'articles de pell
19	<i>Adobament de cuirs; fabricació de maletes, bosses de mà, articles de talabarderia i basteria, i calçat</i>
191	Adobament de cuirs; fabricació de maletes, bosses de mà, articles de talabarderia i basteria, i calçat
1911	Adobament de cuirs
1912	Fabricació de maletes, bosses de mà i articles similars, i articles de talabarderia i basteria
192	Fabricació de calçat
1920	Fabricació de calçat
20	<i>Producció de fusta i fabricació de productes de fusta i suro, llevat de mobles; fabricació d'articles de cistelleria i esparteria</i>
201	Serrada i planejament de la fusta
2010	Serrada i planejament de la fusta
202	Fabricació d'articles de fusta, suro, cistelleria i esparteria
2021	Fabricació de fulloles fabricació de taulers contraplacats, taulers laminats, taulers de partícules i altres taulers i plafons
2022	Fabricació de parts i peces de fusteria per a edificis i construccions
2023	Fabricació d'embalatges de fusta
2029	Fabricació d'altres productes de fusta; fabricació d'articles de suro, cistelleria i esparteria
21	<i>Fabricació de paper i de productes de paper</i>
210	Fabricació de paper i de productes de paper
2101	Fabricació de pasta de paper, paper i cartó
2102	Fabricació de paper i de cartó ondulats, i d'envasos de paper i de cartó
2109	Fabricació d'altres articles de paper i de cartó
22	<i>Activitats d'edició i impressió i de reproducció de suports enregistrats</i>
221	Activitats d'edició
2211	Edició de llibres, fullets, partitures i altres publicacions
2212	Edició de periòdics, revistes i publicacions periòdiques
2213	Edició de suports enregistrats
2219	Altres activitats d'edició
222	Activitats d'impressió i activitats dels serveis que s'hi relacionen

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígets (continuació)

Codi	Descripció
2221	Activitats d'impressió
2222	Activitats dels servis relacionats amb la impressió
223	Reproducció de suports enregistrats
2230	Reproducció de suports enregistrats
23	<i>Coqueries, productes de la refinació del petroli i combustibles nuclears</i>
231	Coqueries
2310	Coqueries
232	Fabricació de productes de la refinació del petroli
2320	Fabricació de productes de la refinació del petroli
233	Tractament de combustibles nuclears
2330	Tractament de combustibles nuclears
24	<i>Fabricació de substàncies i productes químics</i>
241	Fabricació de substàncies químiques bàsiques
2411	Fabricació de substàncies químiques bàsiques, llevat d'adobs i compostos de nitrogen
2412	Fabricació d'adobs i compostos de nitrogen
2413	Fabricació de matèries plàstiques i de cautxú sintètic, en formes primàries
242	Fabricació d'altres productes químics
2421	Fabricació de plaguicides i altres productes agroquímics
2422	Fabricació de pintures, vernissos i productes de revestiments similars, tintes d'impremta i màstics
2423	Fabricació de productes farmacèutics, substàncies químiques medicinals i productes botànics
2424	Fabricació de sabons, detergents, preparats per netejar i brillantar, perfums i preparats de tocador
2429	Fabricació d'altres productes químics ncaa
243	Fabricació de fibres manufacturades
2430	Fabricació de fibres manufacturades
25	<i>Fabricació de productes de cautxú i de plàstic</i>
251	Fabricació de productes de cautxú
2511	Fabricació de pneumàtics i cambres de cautxú; recautxutatge i reconstrucció de pneumàtics
2519	Fabricació d'altres productes de cautxú
252	Fabricació de productes de plàstic
2520	Fabricació de productes de plàstic
26	<i>Fabricació d'altres productes minerals no metàl·lics</i>
261	Fabricació de vidre i productes de vidre
2610	Fabricació de vidre i productes de vidre
269	Fabricació de productes minerals no metàl·lics ncaa
2691	Fabricació de productes de ceràmica no refractària per a ús no estructural
2692	Fabricació de productes de ceràmica refractària
2693	Fabricació de productes d'argila i ceràmica no refractària per a ús estructural
2694	Fabricació de ciment, calç i guix
2695	Fabricació d'articles de formigó, ciment i guix
2696	Tallament i acabament de la pedra
2699	Fabricació d'altres productes minerals no metàl·lics ncaa
27	<i>Fabricació de productes bàsics de la metal·lúrgica</i>
271	Fabricació de productes bàsics de ferro i d'acer
2710	Fabricació de productes bàsics de ferro i d'acer
272	Fabricació de productes bàsics de metalls preciosos i metalls no fèrrics
2720	Fabricació de productes bàsics de metalls preciosos i metalls no fèrrics
273	Fosa de metalls
2731	Fosa de ferro i d'acer
2732	Fosa de metalls no fèrrics
28	<i>Fabricació de productes metàl·lics, llevat de maquinària i equips</i>
281	Fabricació de productes metàl·lics per a ús estructural, tancaments metàl·lics, dipòsits i generadors de vapor
2811	Fabricació de productes metàl·lics per a ús estructural
2812	Fabricació de tancaments metàl·lics, dipòsits i recipients de metall
2813	Fabricació de generadors de vapor, llevat de les calderes d'aigua calenta per a calefacció central
289	Fabricació d'altres productes metàl·lics; activitats de serveis de treball de metalls
2891	Forja, premsada, estampació i laminatge de metalls; pulverimetallúrgia
2892	Tractament i revestiment de metalls; obres d'enginyeria mecànica general realitzats a canvi d'una retribució o bé mitjançant un contracte
2893	Fabricació d'articles de ganiveteria i coberts, eines de mà i ferreteria
2899	Fabricació d'altres productes metàl·lics ncaa

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígits (continuació)

Codi	Descripció
<i>29</i>	<i>Fabricació de maquinària i equips ncaa</i>
291	Fabricació de maquinària d'ús general
2911	Fabricació de motors i turbines, llevat dels destinats a aeronaus, vehicles de motor i motocicletes
2912	Fabricació de bombes, compressors, aixetes i vàlvules
2913	Fabricació de coixinets, engranatges, trens d'engranatge i peces de transmissió
2914	Fabricació de forns, fogons i cremadors
2915	Fabricació d'equips d'elevació i manipulació
2919	Fabricació d'altres tipus de maquinària d'ús general
292	Fabricació de maquinària d'ús especial
2921	Fabricació de maquinària agropecuària i forestal
2922	Fabricació de màquines eines
2923	Fabricació de maquinària metal·lúrgica
2924	Fabricació de maquinària per a l'explotació de mines i pedreres, i per a obres de construcció
2925	Fabricació de maquinària per a l'elaboració d'aliments, begudes i tabac
2926	Fabricació de maquinària per a l'elaboració de productes tèxtils, peces de vestir i cuirs
2927	Fabricació d'armes i municions
2929	Fabricació d'altres tipus de maquinària d'ús especial
293	Fabricació d'aparells d'ús domèstic ncaa
2930	Fabricació d'aparells d'ús domèstic ncaa
<i>30</i>	<i>Fabricació de maquinària d'oficina, comptabilitat i informàtica</i>
300	Fabricació de maquinària d'oficina, comptabilitat i informàtica
3000	Fabricació de maquinària d'oficina, comptabilitat i informàtica
<i>31</i>	<i>Fabricació de maquinària i aparells elèctrics ncaa</i>
311	Fabricació de motors, generadors i transformadors elèctrics
3110	Fabricació de motors, generadors i transformadors elèctrics
312	Fabricació d'aparells de distribució i control
3120	Fabricació d'aparells de distribució i control
313	Fabricació de fils i cables aïllats
3130	Fabricació de fils i cables aïllats
314	Fabricació d'acumuladors i piles i bateries primàries
3140	Fabricació d'acumuladors i piles i bateries primàries
315	Fabricació de llums elèctrics i equips d'il·luminació
3150	Fabricació de llums elèctrics i equips d'il·luminació
319	Fabricació d'altres tipus d'equips elèctrics ncaa
3190	Fabricació d'altres tipus d'equips elèctrics ncaa
<i>32</i>	<i>Fabricació d'equips i aparells de ràdio, televisió i comunicacions</i>
321	Fabricació de tubs i vàlvules electrònics i d'altres components electrònics
3210	Fabricació de tubs i vàlvules electrònics i d'altres components electrònics
322	Fabricació de tubs transmissors de ràdio i televisió, i d'aparells per a telefonia i telegrafia amb fils
3220	Fabricació de tubs transmissors de ràdio i televisió, i d'aparells per a telefonia i telegrafia amb fils
323	Fabricació de receptors de ràdio i televisió, aparells d'enregistrament i reproducció de so i vídeo, i altres productes que s'hi relacionen
3230	Fabricació de receptors de ràdio i televisió, aparells d'enregistrament i reproducció de so i vídeo, i altres productes que s'hi relacionen
<i>33</i>	<i>Fabricació d'instruments mèdics, òptics i de precisió, i fabricació de rellotges</i>
331	Fabricació d'aparells i instruments mèdics i aparells de mesura, verificació, control, navegació i altres fins, llevat dels instruments d'òptica
3311	Fabricació d'equips medicoquirúrgics i d'aparells ortopèdics
3312	Fabricació d'instruments i aparells de mesura, verificació, control, navegació i altres fins, llevat d'equips de control per a processos industrials
3313	Fabricació d'equips de control per a processos industrials
332	Fabricació d'instruments d'òptica i d'equips fotogràfics
3320	Fabricació d'instruments d'òptica i d'equips fotogràfics
333	Fabricació de rellotges
3330	Fabricació de rellotges
<i>34</i>	<i>Fabricació de vehicles de motor, remolcs i semiremolcs</i>
341	Fabricació de vehicles de motor
3410	Fabricació de vehicles de motor
342	Fabricació de carrosseries per a vehicles automotors; fabricació de remolcs i semiremolcs
3420	Fabricació de carrosseries per a vehicles automotors; fabricació de remolcs i semiremolcs
343	Fabricació de parts, peces i accessoris per a vehicles de motor i els seus motors
3430	Fabricació de parts, peces i accessoris per a vehicles de motor i els seus motors

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígets (continuació)

Codi	Descripció
<i>35 Fabricació d'altres tipus d'equip de transport</i>	
351	Construcció i reparació de vaixells i altres embarcacions
3511	Construcció i reparació de vaixells
3512	Construcció i reparació d'embarcacions d'esbargiment i d'esport
352	Fabricació de locomotores i de material per a ferrocarrils i tramvies
3520	Fabricació de locomotores i de material per a ferrocarrils i tramvies
353	Fabricació d'aeronaus i naus espacials
3530	Fabricació d'aeronaus i naus espacials
359	Fabricació d'equips de transport ncaa
3591	Fabricació de motocicletes
3592	Fabricació de bicicletes i de vehicles per a persones amb disminució
3599	Fabricació d'altres tipus d'equip de transport ncaa
<i>36 Fabricació de mobles; indústries manufactureres ncaa</i>	
361	Fabricació de mobles
3610	Fabricació de mobles
369	Indústries manufactureres ncaa
3691	Fabricació de joies i articles similars
3692	Fabricació d'instruments de música
3693	Fabricació d'articles d'esport
3694	Fabricació de jocs i joguines
3699	Altres indústries manufactureres ncaa
<i>37 Reciclatge</i>	
371	Reciclatge de ferralla i rebuigs de metall
3710	Reciclatge de ferralla i rebuigs de metall
372	Reciclatge de rebuigs no metàl·lics
3720	Reciclatge de rebuigs no metàl·lics
<i>E Producció i distribució d'electricitat, gas i aigua</i>	
<i>40 Producció i distribució d'electricitat, gas, vapor i aigua calenta</i>	
401	Producció i distribució d'electricitat
4010	Producció i distribució d'electricitat
402	Producció de gas; distribució de combustibles gasosos per canonades
4020	Producció de gas; distribució de combustibles gasosos per canonades
403	Producció i distribució de vapor i aigua calenta
4030	Producció i distribució de vapor i aigua calenta
<i>41 Captació, depuració i distribució d'aigua</i>	
410	Captació, depuració i distribució d'aigua
4100	Captació, depuració i distribució d'aigua
<i>F Construcció</i>	
<i>45 Construcció</i>	
451	Preparació del terreny
4510	Preparació del terreny
452	Construcció d'edificis complets i de parts d'edificis; obres d'enginyeria civil
4520	Construcció d'edificis complets i de parts d'edificis; obres d'enginyeria civil
453	Condicionament d'edificis
4530	Condicionament d'edificis
454	Acabament d'edificis
4540	Acabament d'edificis
455	Lloguer d'equips de construcció o demolició amb operari
4550	Lloguer d'equips de construcció o demolició amb operari
<i>G Comerç a l'engròs i al detall; reparació de vehicles de motor, motocicletes, articles personals i estris d'ús domèstic</i>	
<i>50 Venda, manteniment i reparació de vehicles de motor i motocicletes; venda al detall de combustible per a vehicles de motor</i>	
501	Venda de vehicles de motor
5010	Venda de vehicles de motor
502	Manteniment i reparació de vehicles de motor
5020	Manteniment i reparació de vehicles de motor
503	Venda de parts, peces i accessoris de vehicles de motor
5030	Venda de parts, peces i accessoris de vehicles de motor

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígit (continuació)

Codi	Descripció
504	Venda, manteniment i reparació de motocicletes i de les seves parts, peces i accessoris
5040	Venda, manteniment i reparació de motocicletes i de les seves parts, peces i accessoris
505	Venda al detall de combustible per a vehicles de motor
5050	Venda al detall de combustible per a vehicles de motor
51	<i>Comerç a l'engròs i intermediaris del comerç, llevat del comerç de vehicles de motor i motocicletes</i>
511	Intermediaris del comerç
5110	Intermediaris del comerç
512	Comerç a l'engròs de primeres matèries agràries, animals vius, aliments, begudes i tabac
5121	Comerç a l'engròs de primeres matèries agràries i d'animals vius
5122	Comerç a l'engròs d'aliments, begudes i tabac
513	Comerç a l'engròs de béns de consum, llevat dels alimentaris
5131	Comerç a l'engròs de productes tèxtils, roba i calçat
5139	Comerç a l'engròs d'altres béns de consum, llevat dels alimentaris
514	Comerç a l'engròs de productes intermedis no agraris, ferralla i rebuigs
5141	Comerç a l'engròs de combustibles sòlids, líquids i gasosos, i de productes similars
5142	Comerç a l'engròs de metalls i minerals metàl·lics
5143	Comerç a l'engròs de materials de construcció, articles de ferreteria i equips i materials de fontaneria i calefacció
5149	Comerç a l'engròs d'altres productes intermedis no agraris, ferralla i rebuigs
515	Comerç a l'engròs de maquinària, equips i materials
5150	Comerç a l'engròs de maquinària, equips i materials
519	Comerç a l'engròs d'altres productes
5190	Comerç a l'engròs d'altres productes
52	<i>Comerç al detall, llevat del comerç de vehicles de motor i motocicletes; reparació d'efectes personals i estris domèstics</i>
521	Comerç al detall en establiments no especialitzats
5211	Comerç al detall en establiments no especialitzats amb predomini d'aliments, begudes i tabac
5219	Comerç al detall d'altres productes en establiments no especialitzats
522	Comerç al detall d'aliments, begudes i tabac en establiments especialitzats
5220	Comerç al detall d'aliments, begudes i tabac en establiments especialitzats
523	Comerç al detall d'altres productes nous en establiments especialitzats
5231	Comerç al detall de productes farmacèutics i medicinals, cosmètics i articles de tocador
5232	Comerç al detall de productes tèxtils, roba, calçat i articles de cuir
5233	Comerç al detall d'aparells, articles i equips d'ús domèstic
5234	Comerç al detall d'articles de ferreteria, pintures i productes de vidre
5239	Comerç al detall d'altres productes en establiments especialitzats
524	Comerç al detall de béns de segona mà, en establiments
5240	Comerç al detall de béns de segona mà, en establiments
525	Comerç al detall fora d'establiments
5251	Comerç al detall per correspondència
5252	Comerç al detall en parades de venda i encants
5259	Altres tipus de comerç al detall fora d'establiments
526	Reparació d'efectes personals i estris domèstics
5260	Reparació d'efectes personals i estris domèstics
H	<i>Hotels i restaurants</i>
55	<i>Hotels i restaurants</i>
551	Hotels; càmpings i altres tipus d'allotjament de curta durada
5510	Hotels; càmpings i altres tipus d'allotjament de curta durada
552	Restaurants, bars i cantines
5520	Restaurants, bars i cantines
I	<i>Transport, emmagatzematge i comunicacions</i>
60	<i>Transport terrestre; transport per canonades</i>
601	Transport per ferrocarril
6010	Transport per ferrocarril
602	Altres tipus de transport terrestre
6021	Altres tipus de transport terrestre regular de viatgers
6022	Altres tipus de transport terrestre no regular de viatgers
6023	Transport de càrrega per carretera
603	Transport per canonades
6030	Transport per canonades
61	<i>Transport per aigua</i>
611	Transport marítim i de cabotatge

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígits (continuació)

Codi	Descripció
6110	Transport marítim i de cabotatge
612	Transport per vies de navegació interiors
6120	Transport per vies de navegació interiors
62	Transport aeri
621	Transport aeri regular
6210	Transport aeri regular
622	Transport aeri no regular
6220	Transport aeri no regular
63	Activitats de transport complementàries i auxiliars; activitats d'agències de viatges
630	Activitats de transport complementàries i auxiliars; activitats d'agències de viatges
6301	Manipulació de la càrrega
6302	Emmagatzematge i dipòsit
6303	Altres activitats de transport complementàries
6304	Activitats de les agències de viatges i organització de viatges; activitats d'ajut al sector turístic ncaa
6309	Activitats d'altres agències de transport
64	Correus i telecomunicacions
641	Activitats postals i de correus
6411	Activitats postals nacionals
6412	Activitats de correus diferents de les activitats postals nacionals
642	Telecomunicacions
6420	Telecomunicacions
J	Mediació financera
65	Mediació financera, llevat d'assegurances i plans de pensions
651	Mediació monetària
6511	Banca central
6519	Altres tipus de mediació monetària
659	Altres tipus de mediació financera
6591	Arrendament financer
6592	Altres tipus d'activitats creditícies
6599	Altres tipus de mediació financera ncaa
66	Assegurances i plans de pensions, llevat de la seguretat social obligatòria
660	Assegurances i plans de pensions, llevat de la Seguretat Social obligatòria
6601	Assegurances de vida
6602	Plans de pensions
6603	Assegurances generals
67	Activitats auxiliars de la mediació financera
671	Activitats auxiliars de la mediació financera, llevat d'assegurances i plans de pensions
6711	Administració de mercats financers
6712	Activitats borsàries
6719	Activitats auxiliars de la mediació financera ncaa
672	Activitats auxiliars d'assegurances i plans de pensions
6720	Activitats auxiliars d'assegurances i plans de pensions
K	Activitats immobiliàries, de lloguer i empresarials
70	Activitats immobiliàries
701	Activitats immobiliàries realitzades amb béns propis o llogats
7010	Activitats immobiliàries realitzades amb béns propis o llogats
702	Activitats immobiliàries realitzades a canvi d'una retribució o per contracte
7020	Activitats immobiliàries realitzades a canvi d'una retribució o per contracte
71	Lloguer de maquinària i equips sense operari, d'efectes personals i estris domèstics
711	Lloguer d'equips de transport
7111	Lloguer d'equips de transport terrestre
7112	Lloguer d'equips de transport per aigua
7113	Lloguer d'equips de transport aeri
712	Lloguer d'altres tipus de maquinària i equips
7121	Lloguer de maquinària i equips agraris
7122	Lloguer de maquinària i equips per a construcció i enginyeria civil
7123	Lloguer de maquinària i equips d'oficina (inclosos els ordinadors)
7129	Lloguer d'altres tipus de maquinària i equips ncaa
713	Lloguer d'efectes personals i estris domèstics ncaa
7130	Lloguer d'efectes personals i estris domèstics ncaa

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígets (continuació)

Codi	Descripció
<i>72 Informàtica i activitats que s'hi relacionen</i>	
<i>721</i>	Consulta d'equips informàtics
<i>7210</i>	Consulta d'equips informàtics
<i>722</i>	Consulta de programes d'informàtica i subministrament de programes informàtics
<i>7220</i>	Consulta de programes d'informàtica i subministrament de programes informàtics
<i>723</i>	Processament de dades
<i>7230</i>	Processament de dades
<i>724</i>	Activitats relacionades amb bases de dades
<i>7240</i>	Activitats relacionades amb bases de dades
<i>725</i>	Manteniment i reparació de maquinària d'oficina, comptabilitat i informàtica
<i>7250</i>	Manteniment i reparació de maquinària d'oficina, comptabilitat i informàtica
<i>729</i>	Altres activitats d'informàtica
<i>7290</i>	Altres activitats d'informàtica
<i>73 Investigació i desenvolupament</i>	
<i>731</i>	Investigació i desenvolupament experimental en el camp de les ciències naturals i de l'enginyeria
<i>7310</i>	Investigació i desenvolupament experimental en el camp de les ciències naturals i de l'enginyeria
<i>732</i>	Investigació i desenvolupament experimental en el camp de les ciències socials i humanitats
<i>7320</i>	Investigació i desenvolupament experimental en el camp de les ciències socials i humanitats
<i>74 Altres activitats empresarials</i>	
<i>741</i>	Activitats jurídiques, de comptabilitat, tenidoria de llibres, auditoria; assessorament d'impostos; estudis de mercat i enquestes d'opinió pública
<i>7411</i>	Activitats jurídiques
<i>7412</i>	Activitats de comptabilitat, tenidoria de llibres i auditoria; assessorament d'impostos
<i>7413</i>	Estudis de mercat i enquestes d'opinió pública
<i>7414</i>	Activitats d'assessorament empresarial i de gestió
<i>742</i>	Activitats d'arquitectura i enginyeria, i altres activitats tècniques
<i>7421</i>	Activitats d'arquitectura i enginyeria, i altres activitats que s'hi relacionen d'assessorament tècnic
<i>7422</i>	Assaigs i anàlisis tècnics
<i>743</i>	Publicitat
<i>7430</i>	Publicitat
<i>749</i>	Activitats empresarials ncaa
<i>7491</i>	Selecció i col·locació de personal
<i>7492</i>	Activitats d'investigació i de seguretat
<i>7493</i>	Activitats de neteja d'edificis
<i>7494</i>	Activitats de fotografia
<i>7495</i>	Activitats d'envasament i empaquetatge
<i>7499</i>	Altres activitats empresarials ncaa
<i>L Administració pública i defensa; plans de seguretat social d'afiliació obligatòria</i>	
<i>75 Administració pública i defensa; plans de seguretat social d'afiliació obligatòria</i>	
<i>751</i>	Administració de l'Estat i aplicació de la política econòmica i social
<i>7511</i>	Activitats de l'Administració pública en general
<i>7512</i>	Regulació d'activitats d'organismes de serveis sanitaris, educatius, culturals, i altres serveis socials, llevat dels serveis de Seguretat Social obligatòria
<i>7513</i>	Regulació i facilitació de l'activitat econòmica
<i>7514</i>	Activitats de serveis auxiliars per a l'Administració pública en general
<i>752</i>	Prestació pública de serveis a la comunitat en general
<i>7521</i>	Relacions exteriors
<i>7522</i>	Activitats de defensa
<i>7523</i>	Activitats de manteniment de l'ordre públic i de seguretat
<i>753</i>	Activitats de plans de Seguretat Social d'afiliació obligatòria
<i>7530</i>	Activitats de plans de Seguretat Social d'afiliació obligatòria
<i>M Ensenyament</i>	
<i>80 Ensenyament</i>	
<i>801</i>	Ensenyament primari
<i>8010</i>	Ensenyament primari
<i>802</i>	Ensenyament secundari
<i>8021</i>	Ensenyament secundari de formació general
<i>8022</i>	Ensenyament secundari de formació tècnica i professional
<i>803</i>	Ensenyament superior
<i>8030</i>	Ensenyament superior

Annex 1.1. Classificació industrial internacional uniforme (CIU o ISIC-3rev.) per a totes les activitats econòmiques a 4 dígits (continuació)

<i>Codi</i>	<i>Descripció</i>
809	Ensenyament per a adults i altres tipus d'ensenyament
8090	Ensenyament per a adults i altres tipus d'ensenyament
<i>N Serveis socials i de salut</i>	
<i>85 Serveis socials i de salut</i>	
851	Activitats relacionades amb la salut humana
8511	Activitats hospitalàries
8512	Activitats mèdiques i odontològiques
8519	Altres activitats relacionades amb la salut humana
852	Activitats veterinàries
8520	Activitats veterinàries
853	Activitats de serveis socials
8531	Activitats de serveis socials amb allotjament
8532	Activitats de serveis socials sense allotjament
<i>O Altres activitats de serveis comunitaris, socials i personals</i>	
<i>90 Eliminació de rebuigs i aigües residuals, sanejament i activitats similars</i>	
900	Eliminació de rebuigs i aigües residuals, sanejament i activitats similars
9000	Eliminació de rebuigs i aigües residuals, sanejament i activitats similars
<i>91 Activitats d'associacions ncaa</i>	
911	Activitats d'organitzacions empresarials, professionals i patronals
9111	Activitats d'organitzacions empresarials i patronals
9112	Activitats d'organitzacions professionals
912	Activitats de sindicats
9120	Activitats de sindicats
919	Activitats d'altres associacions
9191	Activitats d'organitzacions religioses
9192	Activitats d'organitzacions polítiques
9199	Activitats d'altres associacions ncaa
<i>92 Activitats d'esbargiment i activitats culturals i esportives</i>	
921	Activitats de cinematografia, ràdio i televisió, i altres activitats d'esbargiment
9211	Producció i distribució cinematogràfica i de vídeo
9212	Exhibició cinematogràfica i de vídeo
9213	Activitats de ràdio i televisió
9214	Activitats teatrals i musicals, i altres activitats artístiques
9219	Altres activitats d'esbargiment ncaa
922	Activitats d'agències de notícies
9220	Activitats d'agències de notícies
923	Activitats de biblioteques, arxius, museus i altres institucions culturals
9231	Activitats de biblioteques i arxius
9232	Activitats de museus i conservació de llocs i edificis històrics
9233	Activitats de jardins botànics, zoològics i parcs nacionals
924	Activitats esportives i altres activitats d'esbargiment
9241	Activitats esportives
9249	Altres activitats d'esbargiment
<i>93 Altres activitats de serveis</i>	
930	Altres activitats de serveis
9301	Rentatge i neteja de roba i de pell, fins i tot la neteja en sec
9302	Perruqueria i altres tractaments de bellesa
9303	Pompes fúnebres i activitats que s'hi relacionen
9309	Altres activitats de serveis ncaa
<i>P Llars que ocupen personal domèstic</i>	
<i>95 Llars que ocupen personal domèstic</i>	
950	Llars que ocupen personal domèstic
9500	Llars que ocupen personal domèstic
<i>Q Organitzacions i òrgans extraterritorials</i>	
<i>99 Organitzacions i òrgans extraterritorials</i>	
990	Organitzacions i òrgans extraterritorials
9900	Organitzacions i òrgans extraterritorials

Font: Elaboració pròpia a partir d'IDESCAT (2001) i United Nations (2001).

Annex 2.1. La tecnologia de l'economia

'Fins que no es suprimeixin les lleis de la termodinàmica, jo seguiré relacionant els outputs amb els inputs'. (Paul Samuelson (1966). "Rejoinder, Agreements, Disagreements, Doubts and the case of Induced Harrod-Neutral Technical Change", *The Review of Economics and Statistics*, pàg. 444.)

És evident que la quantitat d'output produït per una economia està vinculada a l'oferta disponible de capital i treball. Tot sovint, aquest tipus de relació s'expressa a partir d'una *funció de producció agregada* del tipus:

$$Y=F(K,L) \quad (i)$$

Aquesta relació estableix que la producció agregada (Y) és una funció de les quantitats de capital (K) i de treball (L) de l'economia. Tot i les crítiques a l'existència d'una funció de producció agregada -que integra el conjunt de funcions de producció individuals- la interpretació més freqüent d'aquesta funció és la següent: *el flux màxim de producció, associat a quantitats determinades de capital i treball*. Aquesta funció de producció agregada pot tenir dues formes funcionals: *la forma de coeficients fixes (a) i la forma continua (b)*.

a) La funció de producció agregada i els coeficients fixes

Aquesta forma de relació de producció agregada considera que l'output Y es determina en proporció directa a les quantitats de capital i treball¹. D'aquest fet, se'n deriva que $Y=K/v$ o L/u , on v i u són constants. Aquesta forma funcional suposa bàsicament que, donat un estoc de capital determinat, només es pot generar *un i només un* flux de producció. De la mateixa manera, donat un estoc de treball determinat, només es podrà generar un i només un flux de producció. És a dir:

$$Y = \min \left[\frac{K}{v}, \frac{L}{u} \right] \quad (ii)$$

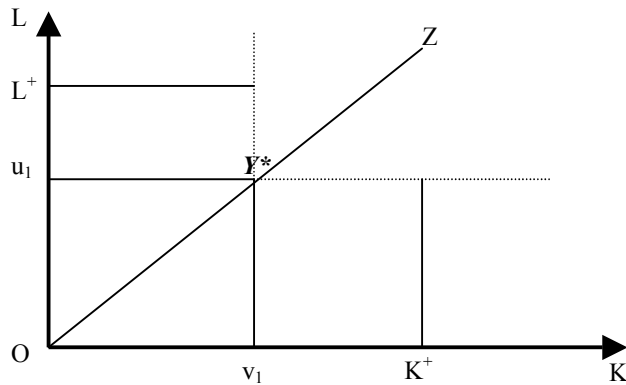
Per exemple, quan L/u és el mínim de l'equació (ii), la quantitat d'output Y es determina per L/u i les necessitats de capital per vY . Així, la forma funcional d'aquesta equació permet que o bé una quantitat de capital o bé alguna quantitat de treball romangui desaprofitada. A més, aquesta funció de producció està basada en un tipus de tecnologia que implica *la inexistència de substitució entre capital i treball per la generació de Y*.

De fet, si seguim amb l'exemple anterior i donada una certa quantitat de mínima de treball (L), aquesta només pot portar a un únic flux d'output (Y), tot i que hi hagi més capital (K) disponible. Aquesta forma funcional de funció de producció agregada queda representada a la figura 1, on el punt Y* indica l'única combinació de K i L que pot emprar-se per l'obtenció d'una quantitat determinada de producte, Y*. Si es disposa de més treball, per exemple L^+ , aleshores la quantitat u_1L^+ és redundant i no s'emprarà per a la producció. De la mateixa manera, si es disposa de més capital, per exemple, K^+ , aleshores la quantitat v_1K^+ és

1. Aquesta és la funció de producció característica d'un model de creixement, el de Harrod (1939) i Domar (1946), anterior al desenvolupament del model neoclàssic, que es centrava, des d'una perspectiva keynesiana, en els efectes del creixement sobre l'ocupació a llarg termini.

també redundant. D'aquesta manera, la única forma d'obtenir variacions de producció és a través d'una expansió o contracció al llarg de la trajectòria OZ, en la qual les quantitats de treball i de capital mantenen la mateixa producció.

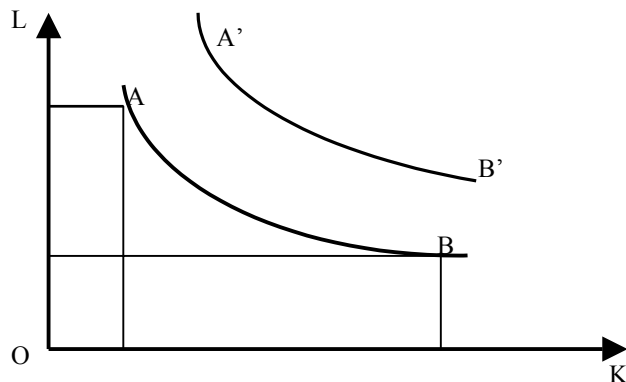
Figura 1. La funció de producció amb coeficients fixos



b) La funció de producció agregada continua

A diferència de la funció amb coeficients fixos, aquesta forma funcional permet la *substitució de capital per treball en la producció de l'output*. D'aquesta manera, es pot produir una determinada quantitat de output (Y^*) emprant *vàries combinacions* de capital i treball. Les possibilitats de substitució es poden representar tal i com s'expressen a la figura 2. En aquesta figura, la corba AB –que en el context microeconòmic s'anomena *issoquanta*– indica les diferents combinacions possibles de capital i de treball agregats que poden produir un flux fix de renda o producte nacional, Y^* . Per exemple, dins d'aquesta corba, el punt A representa un nivell d'output realitzat amb una gran quantitat de treball i una petita quantitat de capital. Aquest punt, és *equivalent* al punt B en la producció de Y^* , tot i que B representa una quantitat relativament petita de treball en relació amb el capital. La dinàmica d'aquesta funció s'estableix, quan una tecnologia ens permet emprar les combinacions de capital i treball més eficientment i, per tant, la producció es mou cap a la corba representada en els punts A' B'.

Figura 2. La funció de producció continua



La forma continua de la funció de producció agregada ens permet analitzar l'efecte sobre la producció agregada d'un increment marginal en el capital o el treball. Així, definim el *producte marginal del treball* com el *producte addicional generat per un augment en la força de treball, mantenint-se constant l'estoc de capital*. De la mateixa manera, el *producte marginal del capital* és el *producte addicional generat per un augment en l'estoc de capital, ceteribus-paribus la força de treball*. Més concretament, el producte marginal del treball és la *taxa de canvi del producte* (Y), en relació amb una variació amb el treball (L). Matemàticament el producte marginal del treball és la *derivada parcial* del producte en relació amb el treball; o sigui: $\delta Y/\delta L$, mentre que el producte marginal del capital és la derivada parcial del producte en relació amb el capital; o sigui: $\delta Y/\delta K$.

Atesa la continuïtat de la funció de producció s'estableixen un conjunt de supòsits sobre aquesta:

1. *Productes marginals positius.*

Els productes marginals del capital i el treball són positius. D'aquesta manera, un increment en el capital o el treball *sempre* farà créixer el flux de producció. En termes matemàtics:

$$\frac{\delta Y}{\delta K} > 0 \quad \text{i} \quad \frac{\delta Y}{\delta L} > 0 \quad (iii)$$

2. *Productivitat marginal decreixent.*

Tot i que qualsevol augment en el capital o el treball genera un increment en el flux de producció, els avenços successius en la dotació d'inputs produeixen augments decreixents en aquest flux de producció. Dit d'una altra manera, la taxa de canvi de la taxa de canvi –o el que és el mateix, la segona derivada- en relació amb una variació del capital o el treball és negativa.

$$\frac{\delta^2 Y}{\delta K^2} < 0 \quad \text{i} \quad \frac{\delta^2 Y}{\delta L^2} < 0 \quad (iv)$$

Aquest supòsit es correspon amb el concepte de *rendiments decreixents* d'un factor, quan els altres es mantenen constants, supòsit que en la nostra funció continua de producció es dona per a qualsevol nivell de producció.

3. Rendiments constants a escala.

Una funció de producció és linealment homogènia, es a dir, està subjecte a *rendiments constants a escala*, si multiplicant el capital i el treball per un número positiu, el producte obtingut queda multiplicat per el mateix número. És a dir:

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) = \lambda Y \text{ per tota } \lambda > 0 \quad (v)$$

Per exemple, si dupliquem l'estoc de capital i treball d'una economia, el flux de producció agregat també es duplica. Per tant, aquest supòsit ens diu que la *funció de producció agregada és linealment homogènia*. És important destacar que aquest supòsit no és incompatible amb la llei de rendiments decreixents. De fet, els rendiments decreixents es refereixen a una situació en la qual la productivitat marginal d'un factor decreix quan la quantitat del factor emprat augmenta a l'hora que es *manté constant la quantitat dels altres factors*. Els rendiments constants a escala es refereixen al cas en el qual *tots els factors augmenten en la mateixa proporció*.

El fet dels rendiments constants a escala permet dur a terme una simplificació important i substancial de la funció de producció agregada, ja que es pot expressar de forma *intensiva*, es a dir *per treballador*. De fet, donada una funció de producció agregada amb rendiments constants a escala, $Y=F(K,L)$, si sabem que al multiplicar K i L per un número λ , aleshores Y quedarà multiplicat pel mateix número, si fem $\lambda=1/L$, obtenim:

$$\frac{Y}{L} = F\left[\frac{K}{L}, 1\right] \quad (vi)$$

L'expressió (vi) simplement ens diu que el producte per treballador depèn del capital per treballador, o relació capital-treball (K/L), relació que també es pot expressar com:

$$y = f(k) \quad (vii)$$

on,

$$y = \frac{Y}{L} \quad k = \frac{K}{L} \quad i \quad f(k) = f(k, 1)$$

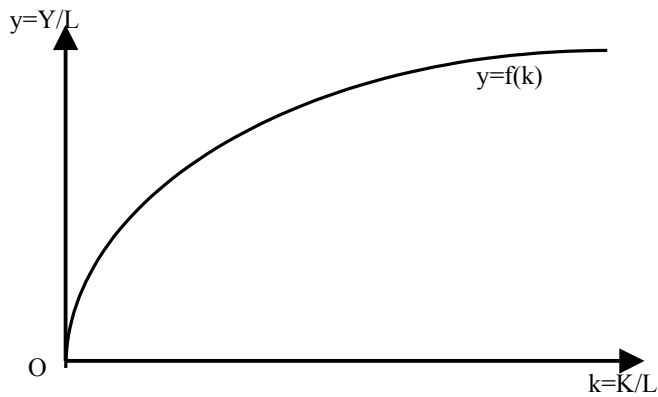
L'expressió (vii) és la *funció de producció agregada per treballador*, que es constitueix com l'element bàsic de molts models de creixement econòmic. Amb un supòsit addicional ja estarem en condicions de representació.

4. Sense factors no hi ha producció.

Si no s'utilitza capital o treball, no pot produir-se cap quantitat de producte. En termes de les nostres equacions i donat $y=f(k)$, si $k=0$ aleshores $y=0$.

A partir dels quatre supòsits establerts la *funció de producció agregada per treballador* es pot representar gràficament –vegeu la figura 3-. D'aquesta manera, cada punt de la corba $f(k)$ representa la quantitat d'output per treballador produïda per la dotació d'input capital per treballador. Si la força de treball es manté constant, la relació entre input i output pot igualar-se a 1 mitjançant la utilització d'unitats apropiades, cosa que ens permet la representació de la relació entre el producte total i el capital agregat. El tercer i el quart supòsits ens asseguren que la corba $f(k)$ parteix de l'origen. El primer supòsit assegura que la pendent de la corba és positiva, mentre que el segon supòsit ens permet afirmar que la pendent va disminuint a mesura que augmenta la dotació emprada d'input. Aquesta representació simple de les possibilitats de producció i de la tecnologia d'una economia ha esdevingut molt emprada en els models de creixement.

Figura 3. La funció de producció agregada per treballador



Annex 2.2. La distribució de la renda i la productivitat marginal

Segons la teoria microeconòmica (vegeu Lipsey (1971) o Samuelson (1973)) un empresari que maximitza beneficis demandarà factors productius fins el punt que l'ingrés del seu producte marginal sigui igual al preu dels factors. En el context macroeconòmic, *la teoria de la distribució segons la productivitat marginal* ens diu que sota condicions competitives el *salari real s'igualarà al producte marginal del treball* i que el *rendiment real per unitat de capital serà igual al producte marginal del capital*. Aquesta teoria que va ser desenvolupada per economistes de l'escola marginalista a finals del XIX i principis del XX (Clark als EUA, Marshall i Wicksteed a Anglaterra, Walras a Suïssa i Barone a Itàlia) i que es basava en la importància de la productivitat marginal assegurava que la lliure competència generava un salari i una distribució de renda "justa". A banda de la controvèrsia posterior a l'aparició de la teoria² ens interessa ara analitzar les condicions de buidat del mercat.

Es a dir, si el capital i el treball són pagats pel seu producte marginal quina garantia hi ha que s'esgoti el producte total?. No apareixeran dèficits o excedents?. El teorema matemàtic d'*Euler* garanteix, que si la *funció de producció està sotmesa a rendiments constants a escala, el pagament dels productes marginals als factors esgotarà totalment el producte*³.

Dit d'una altra manera:

$$K \frac{\delta Y}{\delta K} + L \frac{\delta Y}{\delta L} = Y$$

O sigui, la dotació de capital pel seu producte marginal més la dotació de treball pel seu producte marginal s'igualen al producte total de l'economia. D'aquesta manera, i si s'accepta la teoria de la distribució segons la productivitat marginal, aleshores el preu del capital, és a dir, la taxa real de benefici s'igualarà al producte marginal del capital i el preu del treball, és a dir, el salari real, s'igualarà al producte marginal del treball. Per tant,

$$K * r + L * w = Y \quad (i)$$

On K , és la dotació de capital, r , la taxa real de benefici, L , la dotació de treball i w , el salari. La distribució de la renda entre capital i treball es pot representar fàcilment a la figura 4, on es suposa que la força de treball és constant i igual a la unitat, de manera que a l'eix vertical no es mesura el producte per treballador sinó el producte nacional⁴. En conseqüència a l'eix horitzontal tindrem l'estoc total de capital i no l'estoc de capital per treballador.

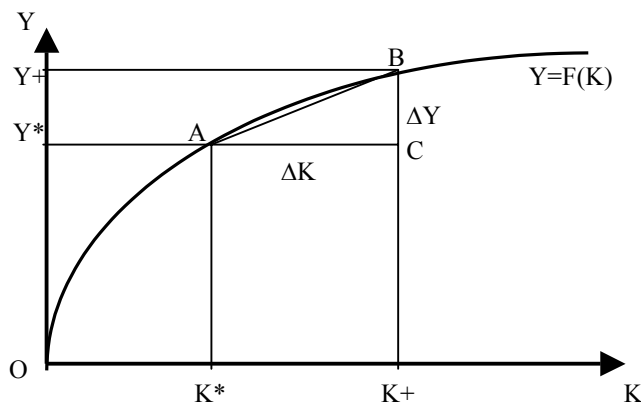
2. Per una crítica d'aquesta teoria vegeu, [Stigler, C.J. (1941). *Production and Distribution Theories: The Formative Period*, Macmillan, New York]. Sraffa també va plantejar una important crítica a la funció de producció agregada i a la teoria de la productivitat marginal. Vegeu, [Sraffa, P. (1960). *Production of Commodities by means of Commodities*, Cambridge University Press, Cambridge].

3. Vegeu [Allen, R.G.D. (1968). *Macro-economic Theory: A mathematical Treatment*, Macmillan, London].

4. De fet, el punt de partida d'aquesta representació és la figura 3 de l'annex 1.

Si la quantitat de capital inicial de l'economia es K^* , aleshores, donada la funció de producció, es produirà una quantitat d'output Y^* . Considerem, ara, un augment en l'estoc de capital K , des de K^* fins a K^+ . Això, genera un augment de la producció Y , des de Y^* fins a Y^+ . L'increment del producte dividit per l'augment del capital $\Delta Y/\Delta K$ és una mesura aproximada de F_K (el producte marginal del capital), l'expressió del qual és la pendent de la recta que uneix A i B . Considerem que li passaria a aquesta mesura si l' ΔK fos cada vegada més petit. Encara que B s'aproximés a A , la pendent de la recta AB continuaria essent F_K . O sigui, si ΔK fos ∞ petit és evident que F_K en el punt A es mesuraria per la pendent de la funció de producció en aquest punt. Tanmateix, el pendent d'una corba en un punt és igual al pendent de la tangent a la corba en aquest punt. En conseqüència, a la figura 4, el pendent de la tangent en el punt A mesura el producte marginal ($\delta Y/\delta K$) en aquest punt. Si s'accepta la teoria de la productivitat marginal *aquesta tangent mesura la taxa de benefici, o la taxa de rendiment del capital, que s'obté en condicions competitives*, donada una quantitat de capital, K^* .

Figura 4. La distribució de renda segons la productivitat marginal (amb $L=1$)



Considerem ara la figura 5, on la relació capital/treball ve marcada per k^* i, en conseqüència, la producció per treballador serà y^* . Utilitzant un argument similar al de la figura 4 és fàcil concloure que la pendent de la tangent en el punt A mesura el producte marginal del capital en aquest punt, i que si s'accepta la teoria de la distribució segons la productivitat marginal, aquesta pendent serà igual a la taxa de benefici, r .

Gràficament, r , o sigui la pendent de la recta CA és igual a CD/DA . Però, DA és igual a OE , o el que és el mateix: la relació capital-treball, k^* , que correspon a la tangent CA . Per tant:

$$r = \frac{CD}{OE} = \frac{CD}{k^*}$$

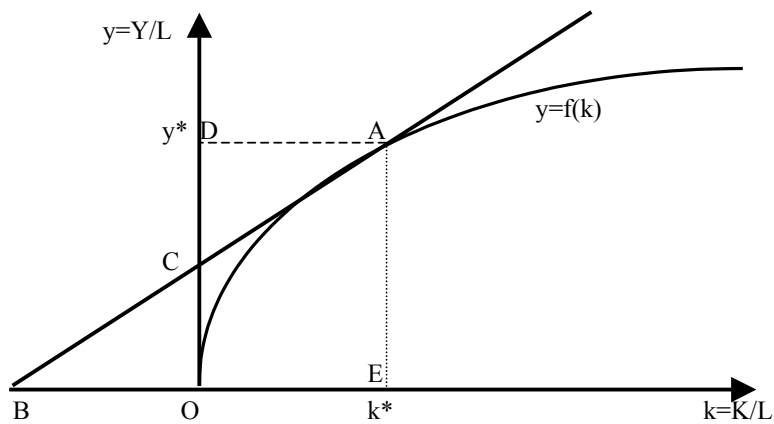
O, dit d'una altra manera, $CD=rk^*$, o sigui la taxa de benefici multiplicada per la quantitat de capital per treballador. Per tant, la distància CD mesura els *beneficis per*

treballador ocupat. A més, com que OD mesura el producte total per treballador, i tenint en compte que l'existència de rendiments constants a escala suposa, pel teorema d'Euler, l'esgotament del producte, el salari per treballador o la taxa de salari, serà $OD-CD=OC$. Finalment, cal destacar que tot sovint la pendent de la funció de producció intensiva en un punt ve expressada per $f'(k)$, per la qual cosa, donada una relació capital-treball k^* , la taxa de benefici, r , serà:

$$r = f'(k^*) \quad (ii)$$

Els beneficis per treballador són iguals a $k^*f'(k^*)$ i els salaris per treballador, w , venen determinats per $[w = \text{producte per treballador (o sigui } f(k^*)) - \text{beneficis per treballador (o sigui, } k^*f'(k^*))]$.

Figura 5. La distribució de renda segons la productivitat marginal



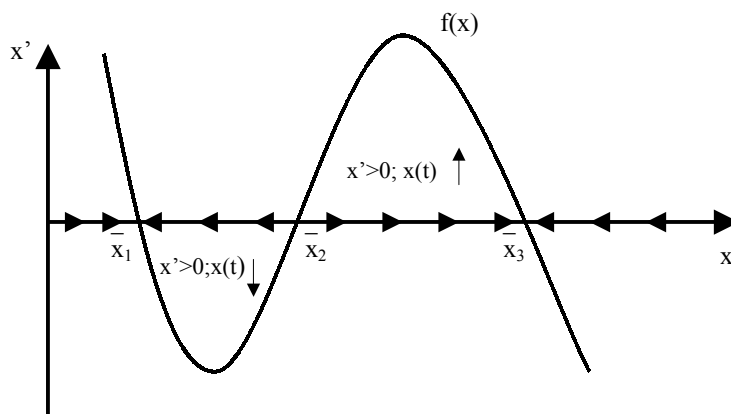
Annex 2.3. Sistemes dinàmics: equacions diferencials i en diferències

La teoria del creixement econòmic es fonamenta en l'anàlisi dels determinants de l'evolució de la renda, fet que requereix d'una certa familiaritat amb la teoria dels sistemes dinàmics, en especial amb l'anàlisi d'equacions diferencials i en diferències, que a continuació es detallen⁵.

a) Equacions diferencials

Una manera útil de descriure l'evolució en el temps d'una variable és a través de les equacions diferencials de la forma $\dot{x}=f(x)$. D'aquesta manera, per a cada valor donat d' x , la funció f ens donarà la derivada d'aquesta variable en relació amb el temps. Per tant, aquesta relació ens dona informació "local" sobre l'evolució d' x . Dit d'una altra manera, donat un valor d' x sabem si la variable augmenta o no i a quin ritme, cosa que fa possible reconstruir la trajectòria d' x a partir d'un valor inicial donat $x(0)$. En definitiva, podem calcular la solució de l'equació diferencial⁶. En molts casos es possible obtenir una aproximació a la solució d'una equació diferencial a través de procediments gràfics. L'instrument gràfic més emprat s'anomena *diagrama de fase*. En aquests diagrames es dibuixa la derivada d' x respecte al temps en funció d' x . Els punts en què \dot{x} talla l'eix horitzontal són els *estats estacionaris* del sistema, ja que en aquests punts $\dot{x}=0$, es a dir, x és manté constant. Els estats estacionaris divideixen l'eix de les x en intervals o regions que ens determinen el sentit del moviment d' x . Així, si $\dot{x}=f(x)>0$ en una regió determinada (es a dir, si f) està per sobre de l'eix horitzontal), x augmenta amb el temps en aquest interval, la qual cosa es representa amb unes línies de moviment sobre l'eix horitzontal (vegeu la figura 6). De la mateixa manera, si f) està per sota de l'eix, la derivada d' x en relació a t és negativa, cosa que es tradueix en una reducció d' x .

Figura 6. Diagrama de fase d'equacions diferencials



5. Per una àmplia descripció d'aquests continguts vegeu la part d'anàlisi dinàmica de [Chiang, Alpha C. (1994). *Métodos fundamentales de economía matemática*, Tercera Edició, McGraw-Hill, Madrid].

6. És important destacar que la solució d'una equació diferencial, a diferència d'una equació ordinària, no és un valor concret de x sinó que la solució és una funció del temps $x(t)$, que descriu la trajectòria temporal de la variable d'interès.

El diagrama de fase també ens permet la determinació de l'estabilitat o la inestabilitat de cadascun dels estats estacionaris. Sigui \bar{x} un estat estacionari del sistema $x=f(x)$, aleshores aquest serà *estable* si qualsevol trajectòria $x(t)$ que està en algun dels intervals adjacents a \bar{x} convergeix cap aquest punt amb el pas del temps. En canvi, un estat estacionari serà *inestable* si existeixen trajectòries que començant arbitràriament a la vora de \bar{x} se n'allunyen. Al diagrama de fase definit a la figura 6 hi ha tres estats estacionaris: \bar{x}_1 , \bar{x}_2 i \bar{x}_3 , dels quals \bar{x}_1 i \bar{x}_3 són estables, mentre que \bar{x}_2 és un estat estacionari inestable. Una vegada construït el diagrama de fase és fàcil determinar la trajectòria del sistema des de qualsevol punt inicial donat $x(0)$. De fet, només cal seguir les fletxes de moviment des del punt inicial fins a l'estat estacionari més pròxim, si n'hi ha algun en la direcció del moviment d' x . En cas contrari, x creix o decreix sense límit. Al nostre exemple tenim que qualsevol trajectòria que parteixi d'un valor inicial d' x inferior a \bar{x}_1 o comprès entre \bar{x}_1 i \bar{x}_2 , convergeix a \bar{x}_1 quan t tendeix a infinit (cosa que se sol escriure com $x(t) \rightarrow \bar{x}_1$, quan $t \rightarrow \infty$). Si el valor inicial d' x és més gran que \bar{x}_2 la solució convergeix a \bar{x}_3 , es a dir si $x(0) > \bar{x}_2$, aleshores $x(t) \rightarrow \bar{x}_3$.

En alguns casos es possible obtenir les solucions de les equacions diferencials de manera explícita, es a dir, es poden obtenir funcions que ens donen el valor d' x en el moment t com a funció del temps i de la seva posició inicial. El cas més senzill és el d'una variable que creix a una taxa constant.

En aquest cas, tenim una equació homogènia de la forma:

$$x' = ax \quad (i)$$

on a és una constant. La taxa de creixement d' x és sempre igual a a i, a més, es fàcil veure que ha de créixer exponencialment⁷. De fet, la solució de l'equació diferencial plantejada és⁸:

$$x(t) = x(0)e^{at} \quad (ii)$$

En aquest cas, la trajectòria de $x(t)$ pren una forma molt senzilla. Si $a > 0$, el terme e^{at} creix sense límit (es a dir, $e^{at} \rightarrow \infty$, quan $t \rightarrow \infty$). En canvi, si $a < 0$, el terme $e^{at} \rightarrow 0$, quan $t \rightarrow \infty$. A més, si igualem x a zero és fàcil veure que l'equació diferencial plantejada només té un estat estacionari $\bar{x} = 0$. Amb la discussió feta al paràgraf anterior es demostra que l'estat estacionari serà estable quan $a < 0$, ja que $x(t) = x(0)e^{at} \rightarrow 0$, quan $t \rightarrow \infty$. Per contra, si $a > 0$ l'estat estacionari és inestable i el sistema divergeix: $x(t) = x(0)e^{at} \rightarrow \pm\infty$ (dependent del signe de $x(0)$), quan $t \rightarrow \infty$. Considerem ara una equació de la forma:

$$x' = ax + b \quad (iii)$$

7. Si diferenciem la solució de l'equació diferencial respecte al temps obtenim que $x'(t) = x(0)e^{at} a = a x(t)$, de manera que $x'(t) = ax(t)$.

8. Tot sovint és útil plantejar aquesta solució en logaritmes. Així, si es prenen logaritmes a ambdós costats de l'equació (ii) tenim que $\ln x(t) = \ln x(0) + at$, on en la representació gràfica la primera part del sumant correspon a l'ordenada en l'origen i de la segona a és la pendent de la recta.

On $a \neq 0$ i b són constants. Si igualem x' a zero podem calcular l'estat estacionari del sistema. Així si $x'=0$, aleshores $ax+b=0 \Rightarrow \bar{x} = -b/a$. Per a trobar la solució a sistemes amb la forma de l'equació (iii) és molt útil un canvi de variable, que transforma l'equació cap una equació homogènia de l'estil de (i). Si definim la variable y com la desviació d' x respecte al seu estat estacionari, tenim que:

$$y = x - \bar{x} = x - \frac{-b}{a} \quad (iv)$$

Diferenciant aquesta expressió respecte al temps i tenint en compte que la derivada de \bar{x} respecte al temps és zero, tenim:

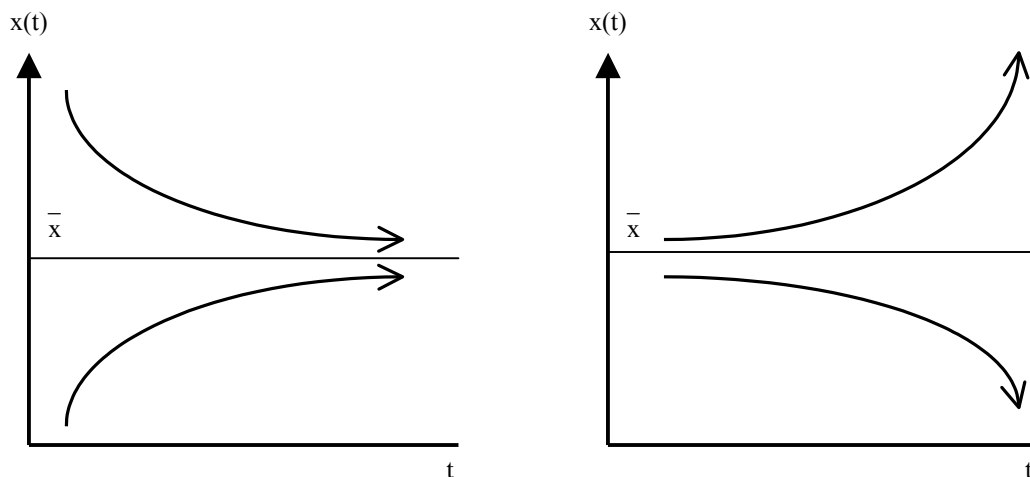
$$y' = x' = a \left(x - \frac{-b}{a} \right) = a(x - \bar{x}) = ay \quad (v)$$

Per tant, y creix a una taxa constant, de manera que ja estem en disposició d'utilitzar l'equació (ii), que en aquest cas prendrà la forma $y(t)=y(0)e^{at}$, per solucionar el sistema. Finalment, podem rescriure la solució en termes de la variable original. D'aquesta manera:

$$y(t) = x(t) - \bar{x} = [x(0) - \bar{x}]e^{at} \quad (vi)$$

Es a dir, la desviació d' x respecte al seu estat estacionari creix o decreix a una taxa exponencial constant. De fet, a partir de l'equació (vi) queda clar que l'estabilitat de l'estat estacionari \bar{x} depèn del signe de a , com en el cas de l'equació homogènia. Si a és positiu, qualsevol desviació inicial de l'estat estacionari $[x(0) - \bar{x}]$ creix amb el temps i tendeix a infinit amb el pas del temps. En canvi, si $a < 0$, la desviació es redueix en el temps i tendeix a zero, quan $t \rightarrow \infty$. Gràficament, el comportament de les solucions d'aquest sistema es veu a la figura 7. La figura esquerra mostra la trajectòria quan $a < 0$ (sistema estable). La figura dreta mostra la trajectòria quan $a > 0$ (sistema inestable).

Figura 7. El comportament de les solucions d'una equació diferencial de primer grau no homogènia



Finalment, si reagrupem el termes de l'equació (vi) podem escriure la solució de (iii) d'una forma alternativa, que sovint és útil:

$$x(t) = x(0)e^{at} + \bar{x}(1 - e^{at}) \quad (vii)$$

D'aquesta manera, quan el sistema és estable ($a < 0$) el valor d' x en el moment t és una mitjana ponderada del seu valor inicial, $x(0)$, i del seu valor estacionari \bar{x} . La ponderació de $x(0)$ en aquesta suma es redueix gradualment de 1 a 0 a una taxa constant, a , mentre que la de \bar{x} segueix el recorregut invers.

B) Equacions en diferències

En algunes aplicacions econòmiques és convenient suposar que el temps transcorre a intervals discrets. D'aquesta manera, t adopta valors sencers a diferència de l'apartat anterior, on el temps era una variable continua, que podia prendre qualsevol valor real. En aquest cas, i per descriure la trajectòria d'un sistema, enlloc de treballar amb equacions diferencials recourrem a les *equacions en diferències*.

Així, emprarem diferències temporals enlloc de derivades respecte al temps. Donada una variable x , definim la primera diferència temporal, Δx_t , com el canvi en la variable entre els períodes t i $t+1$. Es a dir, $\Delta x_t = x_{t+1} - x_t$. Si $\Delta x_t > 0$, aleshores $x_{t+1} > x_t$ i x augmenta amb el temps, mentre que si $\Delta x_t < 0$, x decreix amb el temps.

Una equació en diferències ens dona la posició del sistema en el període següent en funció de la posició actual i té la forma:

$$x_{t+1} = g(x_t) \quad (viii)$$

La situació és molt similar al que hem vist amb les equacions diferencials. Partim d'una equació que ens dona una descripció "local" de l'evolució d'un sistema i volem resoldre-la per reconstruir la seva trajectòria. De fet, volem obtenir una funció que ens doni la posició del sistema en cada període en funció del temps i de la seva posició inicial. Tot i això, en el cas d'un sistema en temps discret, el problema de reconstruir la seva trajectòria és conceptualment més senzill que en temps continu. Afegint x_t a ambdós costats de (viii) obtenim la diferència temporal d' x , Δx_t , en funció del valor de la variable al començament del període. Es a dir, $\Delta x_t = x_{t+1} - x_t = g(x_t) - x_t$. Analíticament podem seguir un procés iteratiu, ja que (viii) ha de complir-se per tots els períodes. Concretament per a $t-1$ podem escriure $x_t = g(x_{t-1}) = g[g(x_{t-2})] \equiv g^2(x_{t-2})$, on la segona iteració de $g()$, $g^2()$ es defineix com la composició de $g()$ amb ella mateixa, es a dir $g[g()]$. Continuant aquest procediment de manera recursiva arribem a una successió de la forma $x_t = g^2(x_{t-2}) = g^2[g(x_{t-3})] \equiv g^3(x_{t-3}) = \dots = g^{t-1}(x_1) = g^{t-1}[g(x_0)] \equiv g^t(x_0)$. Per tant, la solució de (viii) és de la forma:

$$x_t = g^t(x_0) \quad (ix)$$

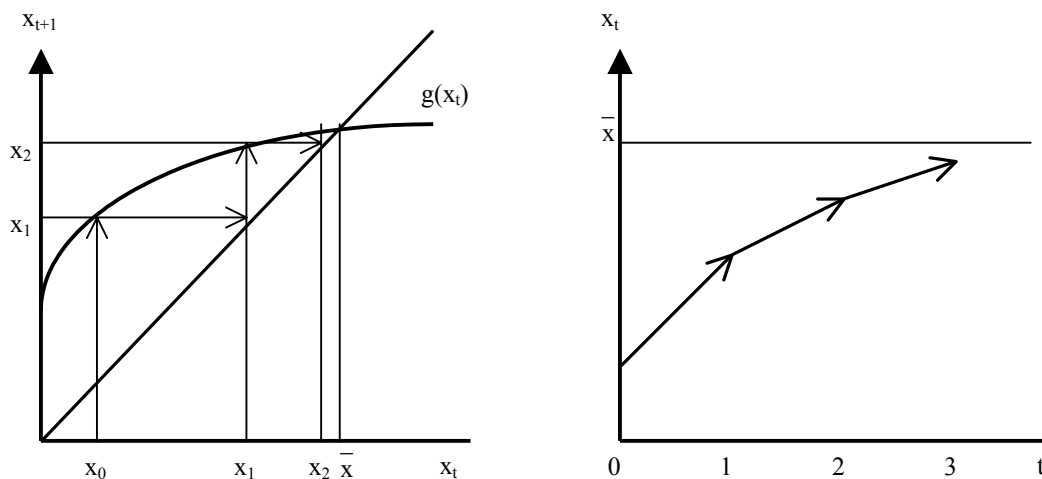
On $g^t()$ és la t -èsima iteració de la funció $g()$ i s'obté composant la funció $g()$ t vegades

amb ella mateixa. Com en les equacions diferencials algunes vegades es pot calcular $g'(x)$ explícitament.

Per analitzar el comportament de les equacions en diferències d'una única variable, es pot emprar un procediment gràfic molt similar al que hem vist en les equacions diferencials. De fet, per a construir el diagrama de fase d'un sistema en temps concret del tipus $x_{t+1}=g(x_t)$, dibuixem la funció $g()$ en el pla (x_t, x_{t+1}) i a sobre d'aquesta línia de fase hi posem la recta de 45° a partir de l'origen. La línia de fase ens dona el valor d' x en el proper període en funció del seu valor inicial i la línia de 45° ens permet projectar valors d'un eix a l'altre. Combinant les dues línies, resulta senzill reconstruir la trajectòria d' x . Donat un valor inicial d' x , x_0 , utilitzem el gràfic de $g()$ per obtenir el valor $(x_{t+1}=x_t)$ de la variable en el període següent. Emprant la línia de 45° , projectem x_1 a l'eix horitzontal, tornem a utilitzar $g()$ per trobar el següent valor d' x , i així successivament.

Els estats estacionaris del sistema es corresponen ara amb les interaccions entre la línia de fase i la recta de 45° . En aquests punts tenim $x_{t+1}=g(x_t)=x_t$, d'on $\Delta x_t=x_{t+1}-x_t=0$, així que x és constant. Per a determinar la direcció del moviment del sistema, observem les regions en què la línia de fase està per sobre o per sota de la recta de 45° . Si està per sobre es compleix que $x_{t+1}=g(x_t)>x_t$ o el que és el mateix $\Delta x_t=x_{t+1}-x_t=g(x_t)-x_t>0$. Per tant, x augmenta amb el temps i les fletxes de moviment al llarg de l'eix horitzontal apunten cap a la dreta. Per contra, quan la línia de fase es troba per sota la recta de 45° tenim que $x_{t+1}=g(x_t)<x_t$, de manera que x disminueix amb el temps i les fletxes de direcció apunten cap a l'esquerra (vegeu la figura 8)

Figura 8. Diagrama de fase d'una equació en diferències



El procediment representat a la figura 8 és molt similar a l'utilitzat en el cas de les equacions diferencials, si bé hi ha algunes diferències significatives. Concretament, el fet que la variable x canviï en salts discrets ens demana més cura a l'hora de determinar l'estabilitat

dels estats estacionaris i permet l'aparició de fenòmens nous com, per exemple, les solucions cícliques. Tot i que en un principi el concepte d'estabilitat d'un estat estacionari és el mateix que el desenvolupat per les equacions diferencials, amb les equacions en diferències no sempre és possible determinar l'estabilitat d'un estat estacionari comprovant la direcció de les fletxes de moviment en un entorn d'un punt. En concret, que la pendent de la línia de fase és negativa en algun interval, x pot "saltar" d'un costat a l'altre de l'estat estacionari i és possible que un equilibri sigui inestable tot i que les fletxes de moviment apuntin cap a ell. Aquest problema no es dona quan la línia de fase sempre té pendent positiva⁹.

Una vegada determinada la trajectòria de les equacions en diferències només ens resta veure alguna de les solucions d'equacions lineals. Comencem pel cas més senzill, on el sistema d'equacions en diferències ve definit per una equació homogènia:

$$x_{t+1} = ax_t \quad (x)$$

On a és una constant. Per obtenir la solució de (x) recorrim a la iteració¹⁰, tal i com hem fet més amunt, ja que l'equació s'ha de complir que per tot t . D'aquesta manera, la trajectòria d' x a partir del punt inicial ve donada per la funció:

$$x_t = a^t x_0 \quad (xi)$$

Eliminant els subíndexs temporals de (x), es a dir, igualant x_{t+1} a x_t , veiem que aquesta equació presenta un únic estat estacionari, $\bar{x}=0$. L'estabilitat de \bar{x} depèn ara del valor absolut d' a . Quan $|a| < 1$ el terme a^t convergeix a zero, quan $t \rightarrow \infty$, i el sistema és estable. En canvi, quan $|a| > 1$ tenim que $|a^t| \rightarrow \infty$, quan $t \rightarrow \infty$, i el sistema és inestable. El comportament del sistema també depèn del signe d' a . Quan a és positiu el terme a^t és sempre positiu i x_t creix o decreix de manera uniforme. Tanmateix, quan $a < 0$, el signe d' a^t varia depenent de si t és parell o imparell i la trajectòria de x_t oscil·la a ambdós costats de l'estat estacionari. D'aquesta manera, combinant els dos criteris (signe i $|a|$) obtenim quatre possibles casos. Quan $0 < a < 1$ tenim *convergència monòtona cap un estat estacionari estable*. Quan $-1 < a < 0$, tenim *convergència oscil·latòria cap un estat estacionari estable*. Quan $a > 1$, tenim *divergència monòtona cap un estat estacionari inestable*. I, finalment, quan $a < -1$, tenim *divergència oscil·latòria cap un estat estacionari inestable*.

En el cas d'una equació no homogènia, de la forma:

$$x_{t+1} = ax_t + b \quad (xii)$$

Fem el mateix procediment que amb les equacions diferencials. En primer lloc, calculem l'estat estacionari, eliminant els subíndexs temporals. Aleshores $x = ax + b$, d'on $\bar{x} = b / (1 - a)$, sempre que $a \neq 1$. A continuació, transformem (xii) en una equació homogènia, fent servir el mateix canvi de variable utilitzant en el cas de les equacions diferencials no homogènies de

9. Per una anàlisi gràfica detallada de les diferents trajectòries d'una equació en diferències vegeu Chiang (1994).

10. Es a dir arribem a una successió del tipus $x_t = ax_{t-1} = a(ax_{t-2}) = a^2x_{t-2} = a^2(ax_{t-3}) = a^3(x_{t-3}) = \dots = a^t x_0$.

primer ordre. És a dir:

$$y = x - \bar{x} = x - \frac{b}{1-a} \quad (xiii)$$

A més, observem que traient \bar{x} d'ambdós costats de (xi) s'obté:

$$y_{t+1} = x_{t+1} - \bar{x} = ax_t + b - \frac{b}{1-a} = ax_t + \frac{b-ba-b}{1-a} = a \left(x_t - \frac{b}{1-a} \right) = a(x_t - \bar{x}) = ay_t$$

La solució de la qual ve determinada per $y_t = ay_0$. Finalment, utilitzant (xii), la solució de (xi) en termes de la variable original ve determinada per:

$$x_t - \bar{x} = a^t (x_0 - \bar{x}) \text{ o bé } x_t = a^t x_0 + (1-a^t) \bar{x} \quad (xiv)$$

Emprant aquesta expressió és fàcil determinar les condicions per a l'estabilitat o inestabilitat del sistema, ja que els possibles casos són els mateixos que hem vist per a l'equació homogènia.

Annex 2.4. Optimització dinàmica: els hamiltonians

Tot i que la visió de l'economia des d'un punt de vista dinàmic ja estava incorporada en l'anàlisi clàssica, des d'un punt de vista formal, no es va generalitzar entre els economistes l'ús de mètodes dinàmics fins ben entrada la dècada dels setanta. Per bé que hi ha diferents metodologies per abordar el *problema dinàmic en economia*¹¹, analitzarem en aquest annex la via del *control òptim*, desenvolupada per matemàtics russos i liderada per L. Pontryagin. Aquesta metodologia de càlcul dinàmic, que es basa en el *hamiltonià*¹², és especialment útil en els problemes de creixement econòmic on normalment una o més de les restriccions del sistema plantejat són una equació diferencial o en diferències. El problema típic que s'aborda és el d'un agent econòmic que ha d'escollir o controlar dinàmicament una sèrie de variables, que anomenem *variables de control*, de manera que es vol maximitzar una *funció objectiu* subjecte a un conjunt de restriccions. Aquestes restriccions són dinàmiques, ja que descriuen l'evolució de l'economia que s'està estudiant, a través d'unes variables que anomenem *variables d'estat*. Més formalment el problema al qual ens enfrontem és el següent:

$$\begin{aligned} \max_{c_t} \quad & V(0) = \int_0^T u(c_t, k_t, t) dt \\ \text{subjecte} \quad & a \\ (a) \quad & \dot{k}_t = g(k_t, c_t, t) \\ (b) \quad & k_0 \text{ està donat} \\ (c) \quad & k_T e^{-\bar{r}T} \geq 0 \end{aligned} \tag{i}$$

On $V(0)$ és el valor de la funció objectiu en el moment inicial i a on 0 i T són els moments inicials i finals respectivament, mentre que \bar{r}_T és la taxa de descompte que s'aplica al moment final, que pot ser finit o infinit. La variable k_t , que correspon a la restricció és la variable d'estat, mentre que c_t és la variable de control. Totes dues són dinàmiques. La funció objectiu és la suma o integral de les funcions objectius instantànies, $u(\cdot)$, des del moment inicial fins al final. Cadascuna d'aquestes funcions instantànies depèn, al seu torn, de les variables de control, c_t , d'estat, k_t , i del temps, t . Respecte a les restriccions, la restricció d'acumulació, (a), és una equació diferencial a k_t , que mostra com la variable de control, c_t , afecta als moviments en el temps de la variable d'estat, k_t . Aquesta expressió és *l'equació de transició o de moviment*. La segona restricció, (b), o *condició inicial* ens diu que la variable d'estat té un valor inicial que està donat i que no es pot canviar. Dit d'una altra manera, el seu valor inicial depèn de decisions passades que són exògenes. Per últim, la tercera restricció, (c), ens diu que la quantitat de k que hi haurà en el moment final, T, una vegada

11. El teorema de Khun-Tucker és la metodologia més emprada en economia per a solucionar els problemes de típics de maximització d'una funció objectiu sotmesa a un conjunt de restriccions en forma de desigualtats.

12. Barro i Sala-i-Martin (1999) presenten un apèndix matemàtic molt complet on es detalla la formalització dels problemes d'optimització dinàmica així com la de les equacions diferencials i en diferències. En aquest apartat hem seguit la descripció més esquemàtica de Sala-i-Martin (1999).

descomptada la taxa \bar{r}_T , no serà negativa¹³. Per resoldre aquest tipus de sistemes dinàmics hi ha un procediment, estructurat a partir d'uns passos a seguir.

En primer lloc, s'han d'*identificar les variables de control i d'estat*. Ja hem comentat que les dues variables són dinàmiques i que es diferencien perquè la variable d'estat presenta una restricció d'acumulació, mentre que la variable de control no. Aquesta identificació és molt important perquè les condicions de primer ordre de la variable d'estat i de control són diferents.

En segon lloc, es *planteja el hamiltonià*. Aquesta funció representa el mateix paper que el lagrangiana en els sistemes estàtics. És a dir, ens és útil per solucionar el problema que tenim plantejat. De fet, el hamiltonià és la suma de la funció objectiu instantània més un preu implícit (o multiplicador de Lagrange) multiplicat per la restricció no acumulativa –en el nostre cas, la restricció (c)-. O sigui¹⁴:

$$H(k_t, c_t, t, \lambda_t) \equiv u(c_t, k_t, t) + v_t g(k_t, c_t, t) \quad (ii)$$

On v_t és el multiplicador associat amb la restricció al moment t .

En tercer lloc, *s'igual a zero la derivada del hamiltonià respecte les variables de control*. En termes matemàtics, sense els subíndexs temporals:

$$\frac{\delta H}{\delta c} = \frac{\delta u}{\delta c} + v \frac{\delta g}{\delta c} = 0 \quad (iii)$$

En quart lloc, *la derivada del hamiltonià respecte les variables d'estat s'igual a al negatiu de la derivada del multiplicador respecte al temps*:

$$\frac{\delta H}{\delta k} = \frac{\delta u}{\delta k} + v \frac{\delta g}{\delta k} = -\dot{v} \quad (iv)$$

En cinquè lloc s'estableix la *condició de transversalitat*. És a dir, *es multiplica la variable d'estat pel preu implícit en el moment terminal i s'igual a zero*:

$$v_T k_T = 0 \quad (v)$$

Amb horitzó infinit, la condició de transversalitat és planteja com:

13. Per valors finits de T , aquesta desigualtat implica que $k_T \geq 0$, donat que el factor de descompte $e^{-\bar{r}_T T}$ mai serà zero. Quan T és infinit, la quantitat terminal pot ser estrictament positiva o negativa si la taxa de descompte s'aproxima a zero. Per exemple, si k_T són els actius que al final de la vida tindrà un agent econòmic, aquesta restricció ens diu que no hi ha la possibilitat de l'endeutament al moment T . Perquè és compleixi aquesta restricció el volum d'actius sempre ha de variar a un ritme inferior al de la taxa de descompte.

14. És important destacar el fet que com que hi ha una restricció $g(\cdot)$ per a cada moment del temps, hi ha un multiplicador de Lagrange associat a cadascuna d'aquestes restriccions; o sigui, per cada moment del temps.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_t k_t = 0 \quad (vi)$$

En el cas que la funció objectiu no tingui una taxa de descompte, la condició de transversalitat és:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} H_t = 0 \quad (vii)$$

Aquest conjunt de condicions descriuen completament la solució del problema de maximització plantejat a l'expressió¹⁵ (i).

A tall d'exemple, considerem el problema neoclàssic d'optimització dinàmica del consum de les famílies d'una economia:

$$\begin{aligned} \max_{c_t} U(0) &= \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \left(\frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \right) dt \\ \text{subjecte } & a \\ (a) \quad \dot{b} &= w + rb - c - nb \\ (b) \quad b_0 &\text{ està donat} \\ (c) \quad b_T e^{-r_T T} &\geq 0 \end{aligned} \quad (viii)$$

On ρ és la taxa de descompte, n la taxa de creixement de la població, l'expressió entre paràgrafs una funció d'utilitat d'elasticitat temporal constant (on θ és la inversa de l'elasticitat de substitució intertemporal) i l'expressió (a) una restricció dinàmica relativa a l'acumulació d'actius per càpita (b), que depèn positivament dels salaris (w) i la renda financera (rb) i negativament del consum (c) i del pagament d'interessos (nb). Bé, per a resoldre aquest problema d'optimització dinàmica, en primer lloc hem d'identificar la variable de control, què és el consum privat (c), i la variable d'estat, què és l'estoc d'actius (b). Una vegada feta la identificació, ja estem en disposició de plantejar el hamiltonià, on v és el preu implícit o el multiplicador dinàmic de Lagrange, que es pot interpretar com el valor que el consumidor donar a una unitat addicional d'actius financers.

$$H(\cdot) = e^{-(\rho-n)t} \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} + v[w + (r-n)b - c] \quad (ix)$$

Les condicions de primer ordre d'aquest sistema dinàmic són tres, una relativa a la variable de control, una altre relativa a la variable d'estat i la condició de transversalitat:

15. Sala-i-Martin (1999) descriu també els passos a seguir en un problema d'optimització dinàmica amb múltiples variables d'estat i de control.

$$H_c = 0 \Leftrightarrow e^{-(\rho-n)t} c^{-\theta} = v \quad (x)$$

$$H_b = -\dot{v} \Leftrightarrow v(r-n) = -\dot{v} \quad (xi)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_t b_t = 0 \quad (xii)$$

Per a avançar cap la solució d'aquest sistema dinàmic, considerem l'expressió (x) i li traiem logaritmes, de manera que obtenim: $-(\rho-n)t - \theta \log(c_t) = \log(v_t)$. Si ara diferenciem aquesta expressió respecte al temps arribem a: $-(\rho-n) - \theta(c^*/c) = v^*/v$. Si, finalment, substituïm aquesta igualtat a (xi) tenim que:

$$\frac{\dot{c}}{c} \equiv \gamma_c = \frac{1}{\theta}(r - \rho) \quad (xiii)$$

Que es pot expressar alternativament com:

$$\rho + \theta \frac{\dot{c}}{c} = r$$

On la part esquerra de l'expressió és el benefici o rendiment que proporciona als agents econòmics el consum i la part dreta és el rendiment de la inversió. De fet, aquesta igualtat el que ens diu és que la taxa de descompte (ρ), que ens mesura la utilitat del consum d'avui, més el factor multiplicatiu $(\theta c^*/c)^{16}$, que ens mesura la preferència dels consumidors pel consum present, és igual al benefici o rendiment net de l'estalvi, r . Dit d'una altra manera, a l'equilibri de llarg termini, que resol aquest sistema dinàmic, els individus es mostren indiferents entre la disjuntiva de consum i estalvi.

El paràmetre θ ens mesura la preferència dels consumidors per estabilitzar el seu consum de llarg termini. Si recordem que (c^*/c) és la taxa de creixement del consum, el paràmetre multiplicatiu $(\theta c^*/c)$ el que ens ve a dir és que: sempre que el consumidor prevegi que el consum del futur serà més elevat ($c^*/c > 0$) i atesa la seva preferència per l'estabilitat aleshores substituirà consum futur per consum present, cosa que, indubtablement, suposa una preferència pel consum actual.

Vegem ara un model més complet, que integra les famílies i les empreses d'una economia, que és tancada i no hi ha sector públic. La funció objectiu és, igual que en el cas anterior, una funció d'utilitat amb horitzó infinit, per bé que la restricció del sistema es configura a través d'una equació d'acumulació del capital per càpita, que depèn de la

16. El paràmetre θ ens mesura la preferència dels consumidors per estabilitzar el seu consum de llarg termini. Si recordem que (c^*/c) és la taxa de creixement del consum, el paràmetre multiplicatiu $(\theta c^*/c)$ el que ens ve a dir és el següent: sempre que el consumidor prevegi que el consum del futur serà més elevat que l'actual ($c^*/c > 0$) i atesa la seva preferència per l'estabilitat aleshores substituirà consum futur per consum present, cosa que, indubtablement, suposa una preferència pel consum actual.

producció, que segueix en aquest model senzill la forma funcional Ak , menys el consum i menys la depreciació total. De fet, el programa al qual ens enfrontem ve definit per l'expressió (xiv):

$$\begin{aligned} \max_{c_t} U(0) &= \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \left(\frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \right) dt \\ \text{subjecte } & a \\ (a) \quad \dot{k}_t &= Ak_t - c - (\delta + n)k_t \\ (b) \quad k_0 &\text{ està donat} \\ (c) \quad k_T e^{-r_T T} &\geq 0 \end{aligned} \tag{xiv}$$

El hamiltonià que se'n deriva és el següent:

$$H(\cdot) = e^{-(\rho-n)t} \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} + v[Ak - c - (\delta + n)k] \tag{xv}$$

Amb les condicions de primer ordre:

$$H_c = 0 \Leftrightarrow e^{-(\rho-n)t} c^{-\theta} = v \tag{xvi}$$

$$H_b = -\dot{v} \Leftrightarrow v[A - (\delta + n)] = -\dot{v} \tag{xvii}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_t k_t = 0 \tag{xviii}$$

Igual com hem fet amb el programa d'optimització anterior, si prenem l'expressió (xvi), traiem logaritmes, diferenciem respecte al temps i substituïm el seu resultat a (xvii) arribem a l'expressió següent:

$$\frac{\dot{c}}{c} \equiv \gamma_c = \frac{1}{\theta}(A - \rho - \delta) \tag{xix}$$

Que ens diu que la taxa de creixement del consum, que és constant, depèn negativament del tipus de descompte, ρ , de la necessitat d'estabilitzar el consum, θ , i de la taxa de depreciació, δ , mentre que depèn positivament del paràmetre de productivitat, A . De fet, si rescrivim l'equació anterior com a: $\theta\gamma_c + \rho = A - \delta$ arribem a una expressió que ens iguala el benefici del consum amb els rendiments de la inversió.

Per a calcular la taxa de creixement del capital per càpita, k , dividim k , pels dos

membres de la restricció dinàmica $\dot{k}_t = Ak_t - c_t - (\delta+n)k_t$, de manera que arribem a l'expressió (xx):

$$\frac{\dot{k}}{k} \equiv \gamma_k = A - \frac{c}{k} - (\delta + n) \quad (xx)$$

Finalment, i per la pròpia definició de l'estat estacionari, la taxa de creixement del capital γ_k^* és una constant. De fet, si es prenen tots els termes constants de l'expressió (xx) i es posen a un costat de l'expressió i, en segon lloc, es prenen logaritmes i es diferencia respecte al temps, arribem a la conclusió que $\gamma_k^* = \gamma_c^* = \gamma_y^*$. Atès que la producció de l'economia manté una relació proporcional amb k , la taxa de creixement de y és igual a la taxa de creixement de k , de manera que $\gamma_y^* = \gamma_k^*$. Aquest raonament ens porta a afirmar que les *taxes de creixement a l'estat estacionari del consum, el capital i la producció per càpita d'aquest model són idèntiques i iguals a*:

$$\gamma_k^* = \gamma_c^* = \gamma_y^* = \gamma^* = \frac{1}{\theta}(A - \rho - \delta) \quad (xxi)$$

Annex 3.1. Un model empíric per a la producció de coneixement

Com hem vingut assenyalant reiteradament, una de les principals variables macroeconòmiques que ens permet el seguiment d'un sector econòmic i, en concret del sector TIC, és al valor afegit brut (VAB). Amb l'objectiu de presentar una funció de producció de coneixement que mostri els efectes sinèrgics de l'acumulació de coneixement observable en termes d'habilitats eficients es necessària l'obtenció d'una sèrie econòmica per països del VAB del sector TIC, a la qual si li afegim la inversió en I+D TIC obtindrem l'indicador seleccionat per a la producció de coneixement. Per a fer-ho, s'han agafat com a referència les dades de l'OCDE (2000c) relatives a l'estimació del VAB del sector TIC per a l'any 1997. Una primera part de l'estimació comprèn l'evolució del valor afegit entre el 1991 i el 1996. Per a fer aquest càlcul s'ha emprat el percentatge de la despesa TIC sobre el VAB total de l'economia més l'evolució del sector exterior TIC com a proxy¹⁷ a la variació del VAB del sector TIC¹⁸. D'aquesta manera, i amb la finalitat d'obtenir una sèrie homogènia, les taxes de creixement resultants s'apliquen als valors inicials de l'OCDE per a l'any 1997 i s'obté la corresponent sèrie de VAB entre el 1991 i el 1997. D'altra banda, per a l'estimació del VAB TIC a partir del 1998 es parteix de les dades relatives a la xifra de negoci de l'EITO entre el 1997 i el 2002, de manera que podem calcular la proporció que suposava el VAB TIC sobre la producció TIC el 1997 i dinamitzar-la en funció dels registres del valor de mercat¹⁹.

De fet, la metodologia per al càlcul de la sèrie de VAB TIC ha estat la següent:

Si $t \in (1991, 1997)$:

$$VABTIC_t = \frac{VABTIC_{97} * (\% DespesaTIC + Saldo exteriorTIC)}{(\% DespesaTIC + Saldo exteriorTIC)_{97}}$$

Si $t \in (1997, 2002)$:

$$VABTIC_t = \frac{VABTIC_{97} * (Xifra negoci TIC)}{(Xifra negoci TIC)_{97}}$$

El quadre 1 recull la sèrie econòmica del VAB TIC expressada en valors originals i comparables (en dòlars PPA del 1995) per a un conjunt de 16 països de l'OCDE:

17. Aquesta equivalència conté el supòsit assumible que l'evolució del valor afegit generat pel sector TIC està en sintonia amb la dinàmica de la despesa de consum, d'inversió i del sector exterior dels agents econòmics en béns i serveis TIC.

18. Vegeu, OCDE (2000c; 2001b; 2001c) i EITO (1999; 2000; 2001).

19. El supòsit que hi ha al darrere d'aquesta dinamització és que l'evolució del valor afegit del sector TIC suposa una proporció constant sobre la producció del mateix sector. Tot i que som conscients de la restricció imposada; de fet amb aquesta aproximació estem afirmant que les despeses intermèdies del sector s'han mantingut constants, s'ha preferit aproximar l'evolució del VAB a partir de la producció, enlloc de la despesa, com havíem fet entre el 1991 i el 1996. La raó d'aquest canvi és l'heterogeneïtat d'informacions relatives a la despesa TIC, entre les quals s'ha escollit la sèrie de l'OCDE (2001c), ja que s'ha considerat com la més completa.

Quadre 1. Valor Afegit Brut del sector TIC. 1991-2000
En milers dòlars PPA del 1995

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Bèlgica	6.167	6.391	6.643	6.913	7.216	7.483	7.448	8.046	9.060	10.165
Dinamarca	6.225	5.854	6.509	6.884	8.299	8.877	9.859	11.103	12.129	13.485
Alemanya	79.652	78.180	83.774	85.740	85.543	87.879	89.154	97.023	106.746	117.820
Espanya	8.347	7.825	9.166	9.080	10.229	11.392	15.985	17.282	21.952	25.835
França	35.721	34.437	37.683	39.333	40.915	42.307	46.033	51.361	56.782	64.573
Irlanda	2.958	3.094	3.226	3.389	3.560	3.763	4.959	5.529	6.215	7.091
Itàlia	32.092	32.336	41.024	41.929	49.898	50.330	53.837	57.601	67.895	78.787
Holanda	7.657	8.026	8.386	8.800	9.244	9.782	10.351	10.415	10.521	11.983
Àustria	7.293	7.557	7.823	8.124	8.445	7.942	7.641	7.320	8.433	9.520
Portugal	2.352	2.440	2.526	2.637	2.752	2.888	3.160	3.723	4.114	4.743
Finlàndia	2.643	2.934	3.929	4.085	4.745	5.251	6.139	7.132	8.009	8.740
Suècia	7.092	6.658	9.114	9.659	10.367	10.656	11.773	13.765	15.105	15.894
G. Bretanya	55.958	55.987	65.817	68.707	75.859	81.823	81.919	90.830	98.005	103.432
Noruega	2.989	3.137	3.288	3.472	3.670	3.773	4.331	4.413	4.471	4.533
EUA	401.568	426.785	442.947	467.074	494.023	535.643	581.540	636.019	687.224	743.672
Japó	129.230	135.477	128.486	126.828	132.479	147.386	151.909	156.085	161.296	172.067

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2000c; 2001c) i de l'EITO (1999; 2000; 2001)

Una vegada trobada la sèrie del VAB TIC i amb la intenció d'obtenir l'indicador de la producció de coneixement s'ha ponderat aquesta sèrie pel PIB total (vegeu annex estadístic) i ha estat sumada al percentatge de la inversió en I+D sobre el PIB. Aquest indicador de la producció de coneixement és el que hi ha representat al quadre 2. És important assenyalar que la producció de coneixement representa percentatges significatius sobre el conjunt de l'activitat a Dinamarca, Alemanya, Irlanda, Finlàndia, Suècia i el Regne Unit, tots ells amb participacions superiors al 10% el 2000. El quadre 3 representa l'indicador seleccionat per a les habilitats eficients. De fet, la idea que hi ha al darrere de posar la inversió en I+D TIC sobre el PIB com a indicador d'habilitats eficients es la següent: a mesura que es desenvolupa la inversió en les tecnologies digitals aquestes s'apliquen a l'activitat econòmica, cosa que fa canviar les habilitats de la força de treball²⁰.

Quadre 2. La producció de coneixement. 1991-2000
(VAB TIC + I+D Total)/ PIB. Valors originals en dòlars PPA del 1995

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Bèlgica	5,1	5,3	5,5	5,6	5,6	5,8	5,7	5,9	6,3	6,7
Dinamarca	8,1	7,7	8,4	8,4	9,5	9,9	10,6	11,4	12,1	12,9
Alemanya	8,5	8,2	8,6	8,5	8,4	8,5	8,5	9,0	9,6	10,1
Espanya	2,6	2,5	2,8	2,6	2,8	3,0	3,8	4,0	4,7	5,2
França	5,8	5,7	6,0	6,0	6,1	6,2	6,4	6,6	7,0	7,5
Irlanda	7,9	8,1	8,4	8,5	8,2	8,1	9,4	9,6	9,7	10,0
Itàlia	4,6	4,6	5,5	5,4	6,1	6,1	6,3	6,7	7,6	8,4
Holanda	4,9	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	4,9	5,2	5,6
Àustria	6,9	7,0	7,2	7,3	7,4	7,0	6,8	6,6	7,2	7,7
Portugal	2,6	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,2	3,5	3,9	4,2
Finlàndia	5,4	6,0	7,4	7,5	8,1	8,7	9,5	10,4	11,3	11,6
Suècia	7,5	7,5	9,6	9,8	10,1	10,3	11,0	12,1	12,6	12,8
Regne Unit	8,1	8,1	9,0	9,0	9,4	9,7	9,4	10,0	10,5	10,8
Noruega	5,4	5,5	5,6	5,6	5,6	5,5	5,9	5,9	5,9	5,9
EUA	9,7	9,8	9,8	9,8	10,0	10,4	10,8	11,2	11,6	12,0
Japó	8,2	8,3	7,9	7,8	8,1	8,5	8,6	9,1	9,2	9,6

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2000c; 2001c) i de l'EITO (2001).

20. Efectivament, amb la irrupció de les tecnologies digitals una de les habilitats que la força de treball ha hagut de desenvolupar és, precisament, la utilització de les tecnologies de la informació i la comunicació com un instrument habitual en les seves tasques diàries. Podríem afirmar que les TIC requereixen noves habilitats a la força de treball, de la mateixa manera que la revolució industrial va suposar un canvi des de la utilització d'instruments cap a la utilització de maquinària.

Quadre 3. Un indicador d'habilitats eficients. 1991-2000*(I+D TIC)/ PIB. Valors originals en dòlars PPA del 1995*

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Bèlgica	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
Dinamarca	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28
Alemanya	0,35	0,34	0,33	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29
Espanya	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12
França	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29
Irlanda	0,22	0,27	0,31	0,36	0,40	0,43	0,46	0,48	0,51	0,53
Itàlia	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14
Holanda	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,31
Àustria	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09
Portugal	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
Finlàndia	0,27	0,34	0,41	0,48	0,55	0,73	0,91	1,09	1,27	1,38
Suècia	0,57	0,64	0,70	0,77	0,83	0,89	0,94	1,00	1,05	1,10
Regne Unit	0,33	0,32	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Noruega	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
EUA	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,53	0,58	0,62	0,66	0,70
Japó	0,61	0,61	0,60	0,60	0,59	0,62	0,65	0,68	0,71	0,75

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001c).

D'altra banda, el quadre 4 recull l'indicador relatiu a l'estoc de coneixement observable que s'ha aproximat a partir de la despesa TIC en percentatge del PIB. La idea que hi ha al darrere d'aquesta aproximació és que la despesa efectiva dels agents econòmics en les mercaderies resultants de l'aplicació econòmica de les tecnologies de la informació i la comunicació representa a l'estoc del coneixement que és fàcilment transmissible o, dit d'una altra manera, convertible en informació. Destaquen les elevades participacions dels països escandinaus i dels EUA, així com d'Holanda, del Regne Unit i de Japó, a l'hora que s'ha de fer notar la progressió de països menys desenvolupats en l'economia del coneixement com Espanya o Itàlia. Finalment, el quadre 5 i el quadre 6 recullen les dades empíriques bàsiques utilitzades en la parametrització de la funció de producció de coneixement en termes d'habilitats eficients.

Quadre 4. L'estoc de coneixement observable. 1991-2000*(Despesa TIC)/ PIB. Valors originals en dòlars PPA del 1995*

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Bèlgica	5,00	5,30	5,40	5,30	5,30	5,60	6,00	6,40	6,70	7,10
Dinamarca	5,80	6,00	6,30	5,90	6,10	6,30	6,50	6,80	7,30	7,70
Alemanya	5,00	5,20	5,40	5,20	5,10	5,20	5,60	5,90	6,20	6,70
Espanya	3,50	3,80	3,90	3,70	3,70	4,00	4,10	4,20	4,30	4,80
França	5,50	5,70	6,00	5,60	5,80	5,90	6,40	6,50	6,60	7,20
Irlanda	5,00	5,30	5,20	5,60	5,60	5,90	5,70	5,90	6,20	6,20
Itàlia	3,50	3,60	3,80	4,10	4,10	4,10	4,30	4,50	4,70	5,20
Holanda	6,20	6,40	6,50	6,30	6,40	6,60	7,00	7,50	7,70	8,20
Àustria	4,70	4,90	5,10	4,90	4,70	5,00	5,10	5,40	5,60	6,00
Portugal	3,50	3,80	4,00	4,20	4,50	4,80	5,00	5,10	5,20	5,80
Finlàndia	4,30	4,50	5,00	5,30	5,50	5,70	6,00	6,50	7,50	7,50
Suècia	7,20	7,50	8,40	7,80	7,60	7,60	8,30	8,50	8,70	8,90
Regne Unit	6,70	6,90	7,30	7,00	7,40	7,60	7,60	7,70	7,90	8,10
Noruega	5,30	5,50	5,60	5,30	5,50	5,50	5,70	6,00	6,50	6,50
EUA	7,00	7,20	7,30	7,40	7,60	7,70	7,80	8,00	8,30	8,50
Japó	5,20	5,50	5,20	5,10	5,30	6,40	7,40	7,60	7,90	8,10

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001c).

Quadre 5. Producció de coneixement i estoc de coneixement observable per habilitats eficients. 1991-2000

En Ln

	Bèlgica		Dinamarca		Alemanya		Espanya	
	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)
1991	1,62924	1,15688	2,09186	1,36864	2,14007	0,75142	0,92822	0,95551
1992	1,66771	1,22671	2,04122	1,40610	2,10413	0,89609	1,02962	0,91629
1993	1,70475	1,22671	2,12823	1,46326	2,15176	1,00063	1,06815	1,02962
1994	1,72277	1,19392	2,12823	1,34807	2,14007	0,96698	1,02604	1,01500
1995	1,72277	1,18784	2,25129	1,38879	2,12823	0,93216	1,02962	1,02962
1996	1,75786	1,24703	2,29253	1,43270	2,14007	0,97078	1,12168	1,09861
1997	1,74047	1,34807	2,36085	1,45629	2,14007	1,10194	1,15373	1,33500
1998	1,77495	1,43984	2,43361	1,52823	2,19722	1,19392	1,16002	1,38629
1999	1,84055	1,50185	2,49321	1,61343	2,26176	1,24415	1,19089	1,54756
2000	1,90211	1,58104	2,55723	1,63315	2,31254	1,35067	1,33237	1,64866
	França		Irlanda		Itàlia		Holanda	
	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)
1991	1,75786	1,01160	2,06686	1,34807	1,52606	0,74194	1,58924	1,40118
1992	1,74047	1,08181	2,09186	1,38379	1,52606	0,81093	1,58924	1,46094
1993	1,79176	1,17557	2,12823	1,31372	1,70475	0,92028	1,60944	1,47247
1994	1,79176	1,06815	2,14007	1,36864	1,68640	1,06126	1,62924	1,41342
1995	1,80829	1,14740	2,10413	1,35067	1,80829	1,08181	1,64866	1,42311
1996	1,82455	1,18479	2,09186	1,40364	1,80829	1,07841	1,66771	1,46326
1997	1,85630	1,35067	2,24071	1,34807	1,84055	1,15057	1,68640	1,54116
1998	1,88707	1,38879	2,26176	1,39128	1,90211	1,20597	1,58924	1,65823
1999	1,94591	1,41828	2,27213	1,45161	2,02815	1,25846	1,64866	1,68455
2000	2,01490	1,50630	2,30259	1,44220	2,12823	1,38879	1,72277	1,68455
	Àustria		Portugal		Finlàndia		Suècia	
	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)
1991	1,93152	1,14740	0,95551	1,06471	1,68640	0,68813	2,01490	1,34547
1992	1,94591	1,21194	1,02962	1,12817	1,79176	0,70804	2,01490	1,36537
1993	1,97408	1,26413	1,06471	1,20297	2,00148	0,88377	2,26176	1,54111
1994	1,98787	1,18173	1,06471	1,26413	2,01490	0,92822	2,28238	1,58556
1995	2,00148	1,11186	1,06471	1,34807	2,09186	0,97833	2,31254	1,63556
1996	1,94591	1,19392	1,09861	1,41342	2,16332	0,88789	2,33214	1,54523
1997	1,91692	1,19695	1,16315	1,45629	2,25129	0,86289	2,39790	1,52023
1998	1,88707	1,25562	1,25276	1,47018	2,34181	0,92426	2,49321	1,58160
1999	1,97408	1,31103	1,36098	1,46557	2,42480	1,11186	2,53370	1,76920
2000	2,04122	1,40610	1,43508	1,59534	2,45101	1,03674	2,54945	1,69407
	Regne Unit		Noruega		EUA		Japó	
	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)	Ln(yo)	Ln(Ako)
1991	2,09186	1,45629	1,68640	1,22671	2,27213	1,32708	2,10413	0,57098
1992	2,09186	1,50185	1,70475	1,26695	2,28238	1,39624	2,11626	0,75612
1993	2,19722	1,58104	1,72277	1,28371	2,28238	1,45395	2,06686	0,65233
1994	2,19722	1,53039	1,72277	1,19695	2,28238	1,49962	2,05412	0,62594
1995	2,24071	1,63315	1,72277	1,25562	2,30259	1,52823	2,09186	0,66269
1996	2,27213	1,68455	1,70475	1,26130	2,34181	1,53256	2,14007	1,08181
1997	2,24071	1,69745	1,77495	1,31909	2,37955	1,53687	2,15176	1,34807
1998	2,30259	1,71740	1,77495	1,38629	2,41591	1,56444	2,20827	1,35584
1999	2,35138	1,74572	1,77495	1,49962	2,45101	1,60944	2,21920	1,42311
2000	2,37955	1,77495	1,77495	1,49290	2,48491	1,62924	2,26176	1,45629

Font: Elaboració pròpia.

Quadre 6. Producció de coneixement i estoc de coneixement observable per habilitats eficients. 1991-1996 i 1997-2000

En Ln

	1991-1996		1997-2000	
	Ln (yo)	Ln (Ako)	Ln (yo)	Ln (Ako)
Bèlgica	1,324	1,823	1,460	2,161
Dinamarca	1,933	2,025	2,273	2,329
Alemanya	1,809	1,895	1,932	2,183
Espanya	0,629	0,901	1,267	1,112
França	1,286	2,078	1,533	2,296
Irlanda	1,946	1,624	2,112	1,868
Itàlia	1,455	1,113	1,829	1,319
Holanda	1,135	2,163	1,148	2,453
Àustria	1,726	1,630	1,667	1,897
Portugal	0,823	0,711	1,098	1,167
Finlàndia	1,597	1,840	2,038	2,455
Suècia	1,774	2,667	2,123	2,901
Regne Unit	1,923	2,345	2,118	2,406
Noruega	1,344	1,852	1,437	2,026
EUA	1,996	2,510	2,172	2,674
Japó	1,684	2,005	1,811	2,658

Font: Elaboració pròpia.

Annex 3.2. La descomposició del producte per càpita a alguns països de l'OCDE

Quadre 1. Indicadors utilitzats al model de descomposició de la productivitat a 23 països de l'OCDE. 1980-1995

PIB per càpita en edat de treballar en milers de dòlars internacionals i constants del 1987 (y80 i y95), formació bruta de capital fix (sf) i despesa TIC (sk) en percentatges del PIB real, percentatge de població en educació secundària sobre la població en edat de treballar (sh) i taxes de creixement de la població en edat de treballar (n).

		y80	y95	Sf	Sh	Sk	n
1	Austràlia	19.093	22.973	0,2615	0,1326	0,0208	0,0154
2	Àustria	20.530	24.301	0,2499	0,1620	0,0146	0,0076
3	Bèlgica	21.298	25.191	0,2122	0,1317	0,0184	0,0029
4	Canadà	21.572	24.852	0,2549	0,1280	0,0175	0,0122
5	Dinamarca	20.616	25.233	0,2110	0,1381	0,0208	0,0041
6	Finlàndia	17.415	20.881	0,3078	0,1320	0,0176	0,0036
7	França	21.241	24.970	0,2531	0,1498	0,0173	0,0068
8	Alemanya	19.813	22.896	0,2469	0,1412	0,0161	0,0055
9	Grècia	12.857	13.828	0,1983	0,1222	0,0049	0,0087
10	Irlanda	13.418	21.109	0,2315	0,1600	0,0130	0,0099
11	Itàlia	18.867	22.183	0,2436	0,1340	0,0016	0,0053
12	Japó	17.787	24.621	0,3447	0,1243	0,0172	0,0068
13	Mèxic	12.702	9.713	0,1590	0,1447	0,0062	0,0324
14	Holanda	18.891	22.395	0,2102	0,1470	0,0216	0,0081
15	Nova Zelanda	18.616	20.648	0,2384	0,1697	0,0240	0,0116
16	Noruega	19.833	26.560	0,2629	0,1373	0,0193	0,0059
17	Portugal	11.604	15.241	0,2072	0,0853	0,0096	0,0034
18	Espanya	13.991	16.948	0,2461	0,1721	0,0110	0,0089
19	Suècia	20.428	23.203	0,2106	0,1201	0,0238	0,0037
20	Suïssa	27.177	28.111	0,3077	0,1352	0,0227	0,0090
21	Turquia	5.755	6.842	0,2123	0,0884	0,0037	0,0303
22	Gran Bretanya	18.263	22.961	0,1708	0,1427	0,0206	0,0036
23	EUA	26.774	32.279	0,2066	0,1292	0,0249	0,0087

Font: Elaboració pròpia.

Quadre 2. Indicadors utilitzats al model de descomposició del nivell productivitat a 23 països de l'OCDE. 1995-2000

PIB per càpita en edat de treballar en milers de dòlars internacionals i constants del 1987 (y95 i y00), formació bruta de capital fix (sf) i despesa TIC (sk) en percentatges del PIB real, percentatge de població en educació secundària sobre la població en edat de treballar (sh) i taxes de creixement de la població en edat de treballar (n).

		y95	y00	Sf	Sh	Sk	n
1	Austràlia	22.973	26.513	0,2604	0,1323	7,7500	0,0026
2	Àustria	24.301	26.865	0,2649	0,1399	5,4200	0,0033
3	Bèlgica	25.191	28.755	0,2068	0,1100	6,3600	-0,0037
4	Canadà	24.852	28.008	0,2482	0,1197	7,7500	0,0033
5	Dinamarca	25.233	28.576	0,2311	0,1129	6,9200	-0,0042
6	Finlàndia	20.881	26.319	0,2935	0,1133	6,6400	-0,0001
7	França	24.970	27.842	0,2304	0,1456	6,5200	-0,0004
8	Alemanya	22.896	25.058	0,2354	0,1585	5,9200	-0,0047
9	Grècia	13.828	16.184	0,1916	0,1282	3,7500	-0,0002
10	Irlanda	21.109	30.190	0,2630	0,1515	5,9800	0,0271
11	Itàlia	22.183	23.989	0,2281	0,1413	4,5600	-0,0016
12	Japó	24.621	26.263	0,2656	0,1207	7,4800	0,0001
13	Mèxic	9.713	11.697	0,1690	0,1288	4,0000	0,0400
14	Holanda	22.395	26.650	0,2141	0,1079	7,4000	-0,0009
15	Nova Zelanda	20.648	21.916	0,2626	0,1653	8,0000	-0,0006
16	Noruega	26.560	30.357	0,2812	0,1209	6,0400	-0,0003
17	Portugal	15.241	17.697	0,2053	0,1397	5,1800	0,0031
18	Espanya	16.948	20.188	0,2465	0,1487	4,2800	-0,0004
19	Suècia	23.203	26.309	0,1924	0,1126	8,4000	0,0012

20	Suïssa	28.111	30.517	0,2718	0,1350	7,5000	-0,0060
21	Turquia	6.842	6.522	0,2423	0,1326	5,5000	0,0400
22	Gran Bretanya	22.961	26.292	0,1669	0,1342	7,7800	0,0001
23	EUA	32.279	37.676	0,2189	0,1269	8,0600	0,0044

Font: Elaboració pròpia.

Quadre 3. Indicadors utilitzats al model de descomposició del creixement de la productivitat a 18 països de l'OCDE. 1980-2000

PIB per càpita en edat de treballar en milers de dòlars internacionals i constants del 1987 (y80 i y00), formació bruta de capital fix (sf) i despesa TIC (sk) en percentatges del PIB real, percentatge de població en educació secundària sobre la població en edat de treballar (sh) i taxes de creixement de la població en edat de treballar (n).

		y95	y00	Sf	Sh	Sk	n
1	Austràlia	19.093	26.513	0,2609	0,1324	3,8854	0,0154
2	Àustria	20.530	26.865	0,2574	0,1510	2,7173	0,0076
3	Bèlgica	21.298	28.755	0,2095	0,1208	3,1892	0,0029
4	Canadà	21.572	28.008	0,2515	0,1239	3,8838	0,0122
5	Dinamarca	20.616	28.576	0,2210	0,1255	3,4704	0,0041
6	Finlàndia	17.415	26.319	0,3006	0,1227	3,3288	0,0036
7	França	21.241	27.842	0,2417	0,1477	3,2687	0,0068
8	Alemanya	19.813	25.058	0,2412	0,1499	2,9681	0,0055
9	Grècia	12.857	16.184	0,1949	0,1252	1,8775	0,0087
10	Itàlia	18.867	23.989	0,2359	0,1377	2,2808	0,0053
11	Japó	17.787	26.263	0,3051	0,1225	3,7486	0,0068
12	Holanda	18.891	26.650	0,2122	0,1274	3,7108	0,0081
13	Noruega	19.833	30.357	0,2721	0,1291	3,0297	0,0059
14	Portugal	11.604	17.697	0,2062	0,1125	2,5948	0,0034
15	Espanya	13.991	20.188	0,2463	0,1604	2,1455	0,0089
16	Suècia	20.428	26.309	0,2015	0,1164	4,2119	0,0037
17	Gran Bretanya	18.263	26.292	0,1689	0,1385	3,9003	0,0036
18	EUA	26.774	37.676	0,2128	0,1281	4,0425	0,0087

Font: Elaboració pròpia.

Annex estadístic
Quadre 1. PIB a alguns països de l'OCDE. 1980-2001¹
 Valors absoluts en milions de dòlars internacionals de 1990 de Geary-Kehamís

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	142.458	78.010	1.105.099	356.062	813.763	29.047	742.299	207.979
1981	140.680	77.316	1.109.276	355.615	822.116	30.013	745.816	206.925
1982	142.665	79.650	1.099.799	361.106	842.787	30.698	749.233	204.517
1983	142.648	81.656	1.119.394	368.180	852.644	30.624	758.360	208.014
1984	146.180	85.241	1.150.951	374.444	865.172	31.957	777.841	214.854
1985	147.650	88.897	1.176.131	380.795	877.305	32.943	799.697	221.470
1986	149.854	92.135	1.202.151	392.978	898.129	32.802	822.404	227.570
1987	153.392	92.406	1.220.284	415.150	920.822	34.331	847.870	230.788
1988	160.632	93.482	1.260.983	436.576	961.287	36.123	880.671	236.824
1989	166.396	93.728	1.302.212	457.262	1.000.286	38.223	906.053	247.906
1990	171.442	94.863	1.264.438	474.366	1.026.491	41.459	925.654	258.094
1991	174.880	96.184	1.328.057	485.126	1.036.379	42.231	938.522	263.950
1992	177.695	97.413	1.357.825	488.459	1.051.689	43.625	945.660	269.298
1993	175.072	98.232	1.343.060	482.776	1.041.232	44.775	937.303	271.347
1994	180.312	103.884	1.374.575	493.643	1.061.556	47.355	957.993	280.094
1995	185.047	107.713	1.398.310	507.054	1.079.157	51.855	986.004	286.416
1996	186.661	110.778	1.408.868	518.920	1.091.060	55.865	994.537	295.118
1997	192.652	114.250	1.429.308	538.824	1.112.956	61.844	1.009.277	306.297
1998	198.249	117.319	1.460.069	560.138	1.150.080	67.368	1.022.776	317.517
1999	203.602	119.783	1.487.080	583.272	1.184.582	73.970	1.039.243	329.900
2000	211.542	123.256	1.531.693	607.186	1.224.740	81.885	1.069.485	342.766
2001	217.888	125.845	1.542.568	623.823	1.248.990	88.026	1.088.628	354.420

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	103.874	78.655	61.890	124.130	728.224	61.811	4.230.558	1.568.457
1981	103.771	79.928	63.043	124.113	718.733	62.406	4.336.141	1.618.185
1982	105.750	81.634	65.090	125.358	729.861	62.514	4.254.870	1.667.653
1983	108.716	81.492	66.849	127.555	755.779	64.729	4.433.129	1.706.380
1984	109.077	79.961	68.866	132.717	774.665	68.530	4.755.958	1.773.223
1985	111.525	82.206	71.184	135.277	802.000	72.105	4.940.383	1.851.315
1986	114.135	85.610	72.873	138.381	837.280	74.687	5.110.480	1.904.918
1987	116.053	91.073	75.861	142.733	877.143	76.203	5.290.129	1.984.142
1988	119.730	97.894	79.581	145.946	920.841	76.117	5.512.845	2.107.060
1989	124.791	102.922	84.092	149.415	940.908	76.818	5.703.521	2.208.858
1990	130.476	107.427	84.103	151.451	944.610	78.333	5.803.200	2.321.153
1991	134.944	110.047	78.841	149.760	930.493	80.774	5.790.784	2.409.304
1992	136.754	112.134	76.222	147.631	930.975	83.413	5.983.457	2.433.927
1993	137.455	110.593	75.347	144.353	952.554	85.694	6.124.987	2.441.512
1994	140.949	113.328	78.327	150.296	994.384	90.400	6.371.321	2.457.252
1995	143.849	116.640	81.311	155.843	1.022.172	93.879	6.544.370	2.493.399
1996	146.699	120.357	84.571	157.523	1.048.308	98.475	6.784.105	2.619.315
1997	148.443	124.529	89.892	160.643	1.085.122	102.687	7.089.655	2.656.686
1998	152.712	128.877	94.421	165.385	1.108.568	104.860	7.394.598	2.581.576
1999	157.721	132.743	98.387	172.166	1.132.180	109.075	7.697.037	2.601.196
2000	162.768	137.124	103.995	178.364	1.164.787	n.d.	8.016.464	2.640.994
2001	166.837	140.689	108.155	183.180	1.191.111	n.d.	8.103.042	2.623.036

1. Previsions de l'OCDE i la Comissió europea per al 2000 i el 2001.
 Font: Elaboració pròpia a partir de dades de Maddison (2001).

Quadre 2. PIB per càpita a alguns països de l'OCDE. 1980-1998
 Valors absoluts en milions de dòlars internacionals de 1990 de Geary-Kehamis

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	14.467	15.227	14.113	9.492	15.103	8.541	13.153	14.700
1981	14.276	15.095	14.146	9.423	15.173	8.717	13.198	14.524
1982	14.466	15.563	14.040	9.517	15.466	8.821	13.242	14.290
1983	14.457	15.967	14.329	9.658	15.567	8.737	13.392	14.478
1984	14.809	16.675	14.785	9.782	15.723	9.056	13.730	14.897
1985	14.946	17.383	15.143	9.911	15.869	9.303	14.110	15.286
1986	15.155	17.992	15.474	10.197	16.169	9.261	14.511	15.622
1987	15.493	18.023	15.701	10.746	16.495	9.690	14.960	15.738
1988	16.212	18.223	16.143	11.276	17.130	10.230	15.552	16.045
1989	16.738	18.267	16.551	11.788	17.728	10.890	15.988	16.699
1990	17.194	18.463	15.932	12.210	18.093	11.825	16.320	17.267
1991	17.474	18.677	16.604	12.152	18.165	11.977	16.538	17.517
1992	17.679	18.857	16.848	12.522	18.330	12.292	16.632	17.738
1993	17.354	18.945	16.544	12.352	18.060	12.567	16.430	17.747
1994	17.819	19.974	16.882	12.609	18.334	13.217	16.747	18.210
1995	18.255	20.627	17.123	12.932	18.562	14.400	17.207	18.526
1996	18.378	21.076	17.203	13.214	18.691	15.407	17.327	19.012
1997	18.921	21.638	17.419	13.703	18.991	16.893	17.549	19.628
1998	19.442	22.123	17.799	14.227	19.558	18.183	17.759	20.224

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	13.760	8.053	12.948	14.936	12.928	15.128	18.577	13.429
1981	13.710	8.114	13.134	14.917	12.754	15.221	18.856	13.754
1982	13.959	8.236	13.485	15.058	12.960	15.192	18.325	14.079
1983	14.367	8.186	13.766	15.315	13.406	15.680	18.920	14.308
1984	14.407	8.005	14.106	15.919	13.709	16.553	20.123	14.774
1985	14.717	8.212	14.521	16.201	14.148	17.362	20.717	15.332
1986	15.042	8.552	14.818	16.533	14.727	17.923	21.236	15.680
1987	15.274	9.113	15.381	16.996	15.386	18.200	21.788	16.251
1988	15.723	9.821	16.090	17.300	16.110	18.084	22.499	17.185
1989	16.293	10.357	16.940	17.593	16.404	18.173	23.059	17.941
1990	16.881	10.852	16.868	17.680	16.411	18.470	23.214	18.789
1991	17.272	11.149	15.724	17.380	16.096	18.952	22.921	19.442
1992	17.280	11.365	15.117	17.032	16.050	19.462	23.430	19.578
1993	17.201	11.194	14.873	16.556	16.369	19.873	23.733	19.584
1994	17.553	11.445	15.391	17.116	17.029	20.844	24.449	19.664
1995	17.876	11.762	15.918	17.655	17.441	21.542	24.879	19.857
1996	18.203	12.124	16.502	17.817	17.828	22.478	25.556	20.811
1997	18.390	12.521	17.489	18.160	18.389	23.311	26.453	21.057
1998	18.905	12.929	18.324	18.685	18.714	23.660	27.331	20.410

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de Maddison (2001).

Quadre 3. Població a alguns països de l'OCDE. 1975-2000
Valors absoluts en milers de persones

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1975	9.795	5.060	61.829	35.515	52.699	3.177	55.441	13.666
1976	9.811	5.073	61.531	35.937	52.909	3.228	55.701	13.774
1977	9.822	5.088	61.400	36.367	53.145	3.272	55.730	13.856
1978	9.830	5.104	61.327	36.778	53.376	3.314	56.127	13.942
1979	9.837	5.117	61.359	37.108	53.606	3.368	56.292	14.038
1980	9.847	5.125	61.566	37.386	53.880	3.401	56.416	14.150
1981	9.853	5.122	61.682	37.751	54.182	3.443	56.503	14.247
1982	9.856	5.119	61.638	37.961	54.492	3.480	56.639	14.313
1983	9.855	5.114	61.423	38.180	54.772	3.505	56.825	14.367
1984	9.855	5.112	61.175	38.342	55.026	3.529	56.983	14.424
1985	9.858	5.114	61.024	38.505	55.284	3.540	57.128	14.491
1986	9.862	5.125	61.066	38.668	55.547	3.541	57.221	14.572
1987	9.870	5.129	61.077	38.725	55.824	3.542	57.331	14.665
1988	9.890	5.130	64.621	39.219	56.118	3.538	57.441	14.760
1989	9.938	5.135	68.370	39.542	56.423	3.515	57.540	14.849
1990	9.967	5.135	72.337	39.887	56.710	3.503	57.660	14.951
1991	9.979	5.146	76.534	38.872	56.978	3.526	56.750	15.070
1992	10.050	5.164	80.975	39.008	57.242	3.546	56.860	15.178
1993	10.080	5.181	81.338	39.086	57.470	3.566	57.050	15.277
1994	10.090	5.198	81.539	39.149	57.661	3.586	57.269	15.391
1995	10.140	5.216	81.818	39.210	57.847	3.606	57.333	15.500
1996	10.159	5.251	82.012	39.270	58.029	3.626	57.380	15.600
1997	10.188	5.275	82.057	39.323	58.210	3.647	57.368	15.642
1998	10.141	5.299	82.037	39.371	58.398	3.681	57.355	15.745
1999	10.152	5.314	82.163	40.202	58.620	3.705	57.343	15.839
2000	10.160	n.d.	82.180	40.600	58.800	n.d.	57.300	15.960

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1975	7.579	8.687	4.712	8.192	56.226	4.007	215.973	111.520
1976	7.566	8.879	4.726	8.222	56.216	4.026	218.035	112.770
1977	7.568	8.958	4.739	8.251	56.190	4.043	220.239	113.880
1978	7.562	9.065	4.753	8.275	56.178	4.060	222.585	114.920
1979	7.549	9.169	4.765	8.294	56.240	4.073	225.055	115.880
1980	7.549	9.272	4.780	8.311	56.330	4.087	227.726	116.800
1981	7.565	9.358	4.800	8.324	56.352	4.100	229.966	117.650
1982	7.571	9.428	4.827	8.327	56.306	4.116	232.188	118.450
1983	7.552	9.503	4.856	8.329	56.347	4.128	234.307	119.260
1984	7.553	9.577	4.882	8.337	56.460	4.141	236.348	120.020
1985	7.558	9.640	4.902	8.350	56.618	4.153	238.466	120.750
1986	7.566	9.686	4.918	8.370	56.763	4.176	240.651	121.490
1987	7.575	9.727	4.939	8.398	56.930	4.187	242.804	122.090
1988	7.595	9.761	4.954	8.436	57.160	4.209	245.021	122.610
1989	7.624	9.793	4.974	8.493	57.360	4.227	247.342	123.120
1990	7.718	9.808	4.998	8.591	57.560	4.249	249.949	123.610
1991	7.796	9.866	5.029	8.644	57.814	4.274	252.636	124.000
1992	7.893	9.879	5.055	8.692	58.013	4.299	255.382	124.390
1993	7.991	9.892	5.078	8.745	58.198	4.325	258.089	124.782
1994	8.030	9.912	5.099	8.816	58.401	4.348	260.602	125.176
1995	8.047	9.921	5.177	8.837	58.612	4.370	263.039	125.570
1996	8.059	9.934	5.132	8.844	58.807	4.393	265.453	125.864
1997	8.071	9.957	5.147	8.848	59.014	4.418	267.901	126.166
1998	8.140	9.979	5.160	8.854	59.237	4.445	270.248	126.490
1999	8.177	9.998	5.165	8.861	59.501	4.478	272.691	126.505
2000	n.d.	10.020	5.180	8.880	59.770	4.490	275.130	126.920

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de Maddison (2001) i de l'ITU (2001).

Quadre 4. Llars a alguns països de l'OCDE. 1975-1999
Valors absoluts en milers

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1975	3.400	2.000	23.720	9.638	18.000	820	17.188	4.505
1976	3.450	2.010	23.940	9.800	18.200	840	17.500	4.600
1977	3.500	2.020	24.170	10.000	18.320	860	17.700	4.700
1978	3.550	2.030	24.220	10.200	18.553	880	17.958	4.839
1979	3.600	2.040	24.490	10.400	18.782	900	18.200	4.911
1980	3.608	2.069	24.670	10.586	19.002	911	18.448	5.006
1981	3.635	2.075	25.100	10.700	19.212	920	18.632	5.105
1982	3.660	2.089	25.350	10.800	19.806	930	18.800	5.215
1983	3.685	2.109	25.380	10.900	20.053	940	18.950	5.321
1984	3.710	2.128	25.550	11.050	20.260	950	19.100	5.415
1985	3.735	2.142	25.720	11.129	20.472	960	19.250	5.522
1986	3.760	2.205	26.640	11.157	20.671	970	19.400	5.711
1987	3.785	2.224	26.218	11.190	21.254	980	19.600	5.814
1988	3.810	2.246	26.500	11.216	21.256	990	19.700	5.935
1989	3.835	2.265	26.750	11.239	21.500	1.000	19.900	5.955
1990	3.860	2.288	34.000	11.260	21.500	1.029	20.000	5.974
1991	3.890	2.309	34.701	11.279	21.800	1.047	19.909	6.103
1992	3.949	2.325	35.700	11.753	22.131	1.065	19.948	6.216
1993	4.007	2.339	36.230	11.928	22.400	1.084	21.179	6.285
1994	4.044	2.358	36.669	12.076	22.700	1.103	21.074	6.421
1995	4.081	2.374	36.938	12.224	23.000	1.123	21.168	6.559
1996	4.095	2.332	37.281	12.243	23.286	1.155	21.192	6.620
1997	4.106	2.885	37.457	12.000	23.500	1.161	21.193	6.692
1998	4.100	2.898	37.532	11.855	23.700	1.172	21.200	6.700
1999	4.104	2.906	37.795	12.179	23.810	1.180	22.004	6.740

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R.Unit	Noruega	EUA	Japó
1975	2.650	2.729	1.644	3.325	19.000	1.400	71.120	31.271
1976	2.670	n.d.	1.650	3.360	19.100	1.420	72.867	33.911
1977	2.690	n.d.	1.700	3.390	19.200	1.440	74.142	34.380
1978	2.710	2.866	1.725	3.420	19.300	1.460	76.030	34.859
1979	2.730	2.874	1.750	3.450	19.400	1.480	77.330	35.350
1980	2.764	2.921	1.782	3.498	19.949	1.524	80.776	35.824
1981	2.775	2.962	1.800	3.500	20.100	1.540	82.368	36.347
1982	2.800	3.021	1.825	3.560	20.300	1.560	83.527	36.859
1983	2.825	3.088	1.850	3.590	20.500	1.580	83.918	37.000
1984	2.850	3.138	1.860	3.620	20.700	1.600	85.407	37.980
1985	2.875	3.177	1.888	3.670	20.900	1.620	86.789	37.980
1986	2.900	3.191	1.900	3.688	21.100	1.640	88.458	38.000
1987	2.925	3.229	1.925	3.690	21.300	1.660	89.479	39.000
1988	2.950	2.950	1.950	3.725	21.500	1.680	91.066	39.500
1989	2.975	3.000	1.975	3.743	21.700	1.700	92.830	40.000
1990	3.000	3.050	2.000	3.830	21.900	1.751	93.347	40.670
1991	3.025	3.149	2.010	3.864	22.391	1.780	94.312	41.000
1992	3.030	3.160	2.100	3.891	22.600	1.800	95.669	42.000
1993	3.058	3.170	2.130	3.915	22.853	1.830	96.391	42.500
1994	3.096	3.180	2.160	3.957	23.100	1.835	97.107	43.000
1995	3.131	3.190	2.181	3.999	23.302	1.845	98.990	43.900
1996	3.151	3.215	2.199	4.005	23.517	1.850	99.627	44.200
1997	3.182	3.240	2.221	4.005	23.600	1.865	101.018	44.300
1998	3.189	3.200	2.247	4.000	23.900	2.049	104.100	44.400
1999	3.243	3.230	2.375	4.003	24.000	2.064	105.100	44.500

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 5. Ingressos de les empreses de telecomunicacions a alguns països de l'OCDE. 1975-1999

Valors absoluts en milions de dolars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1975	603,7	476,0	8.040,8	1.020,5	4.308,2	102,9	2.638,3	1.104,5
1976	646,1	510,5	8.575,1	1.120,5	4.454,1	118,1	2.540,7	1.223,0
1977	826,5	552,2	10.186,5	1.354,5	5.265,2	149,8	3.088,6	1.494,2
1978	1.027,2	682,9	12.784,1	1.729,6	7.233,2	183,7	3.550,6	1.850,9
1979	1.197,9	767,3	14.610,2	2.256,3	9.331,5	228,3	4.115,9	2.203,8
1980	1.289,5	784,2	14.324,9	2.634,4	11.006,4	336,0	5.083,3	2.312,2
1981	1.082,0	599,3	12.271,2	2.479,0	9.395,6	351,5	5.219,2	1.976,2
1982	998,4	598,2	11.865,5	2.455,0	8.876,4	403,7	5.223,6	1.952,4
1983	974,7	655,5	11.776,2	2.171,6	8.812,5	422,0	5.577,9	1.939,9
1984	997,9	755,4	11.210,2	2.263,9	8.366,0	400,2	5.873,8	1.836,2
1985	1.054,6	903,8	11.444,1	2.407,7	9.464,1	471,7	6.326,5	1.921,0
1986	1.516,2	1.290,1	16.272,4	3.341,8	13.101,4	677,8	9.357,3	2.821,6
1987	1.959,1	1.746,9	20.603,4	4.379,1	15.892,7	821,7	11.835,8	3.574,7
1988	2.133,5	1.902,3	20.882,3	5.278,1	14.809,6	946,6	13.175,9	3.946,3
1989	2.149,6	1.947,6	20.385,1	6.038,6	14.913,2	967,9	13.898,5	4.221,1
1990	2.694,0	2.323,6	27.612,1	8.364,0	18.977,8	1.189,9	14.546,6	5.298,7
1991	2.819,9	2.423,5	28.430,2	9.701,0	20.666,1	1.179,5	18.131,4	5.532,1
1992	3.216,8	2.618,8	34.638,7	11.278,5	23.368,9	1.295,8	20.201,1	6.324,7
1993	3.210,0	2.537,6	36.351,5	9.587,3	22.668,3	1.179,5	17.032,2	6.371,0
1994	3.498,0	2.798,9	39.309,9	9.581,6	25.681,7	1.312,9	18.148,2	6.970,3
1995	4.312,7	3.370,0	48.848,6	11.326,9	29.614,3	1.579,5	20.011,9	8.492,8
1996	4.576,2	3.641,5	49.841,5	14.009,9	29.568,8	1.771,8	23.015,0	8.587,7
1997	4.513,1	3.482,9	46.134,5	14.206,9	26.852,7	2.278,9	25.002,6	8.037,3
1998	4.942,0	3.759,7	49.497,1	15.532,0	27.553,9	2.626,8	30.317,2	10.537,3
1999	5.143,9	4.146,3	51.902,2	16.155,2	28.492,5	2.897,3	29.932,0	10.862,4

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1975	462,1	204,3	350,4	1.013,4	4.793,8	428,1	33.409,9	7.370,2
1976	504,4	201,3	459,8	1.022,8	4.776,3	453,9	37.980,2	8.796,9
1977	669,2	241,3	508,3	1.074,6	5.100,3	539,2	42.403,7	13.074,6
1978	849,6	334,5	557,9	1.254,0	6.220,3	634,5	47.819,1	17.799,8
1979	1.012,5	399,5	658,5	1.501,0	7.536,8	732,5	53.035,1	18.238,7
1980	1.166,0	461,3	760,1	1.739,7	10.590,7	847,0	59.332,6	18.322,1
1981	1.088,7	484,9	727,2	1.796,8	11.461,8	906,2	68.133,0	19.643,3
1982	1.090,6	470,9	750,4	1.634,6	11.148,6	1.021,7	75.853,0	18.145,3
1983	1.101,4	510,5	735,2	1.463,7	10.418,2	1.078,5	80.243,0	19.976,0
1984	1.081,4	569,0	758,4	1.628,3	10.231,3	1.087,9	88.559,0	20.916,6
1985	1.124,3	653,9	816,4	1.847,1	10.766,4	1.152,8	95.889,0	21.572,0
1986	1.610,1	665,2	1.082,7	2.578,0	13.818,2	1.689,0	102.932,0	31.528,6
1987	2.077,4	831,6	1.392,4	3.241,8	15.398,7	2.105,6	105.988,0	38.805,3
1988	2.354,3	962,2	1.656,1	3.870,6	18.122,8	2.035,0	112.710,0	44.621,1
1989	2.310,8	1.025,9	1.751,7	4.222,9	20.155,5	2.066,9	129.147,0	43.189,3
1990	2.821,5	1.391,8	2.222,0	4.987,2	23.489,3	2.336,4	133.837,0	43.623,2
1991	3.044,6	1.680,2	2.155,0	5.140,4	23.605,3	2.202,5	137.643,0	49.152,3
1992	3.282,4	2.136,6	1.994,0	5.362,8	26.403,6	2.440,0	147.408,0	54.735,1
1993	3.277,3	2.214,6	1.627,0	3.814,9	23.986,5	2.456,1	155.327,0	65.858,8
1994	3.422,6	2.234,6	1.812,6	3.976,8	25.434,6	2.632,7	164.964,0	76.686,8
1995	4.305,3	2.838,5	2.534,4	4.654,5	27.646,7	3.234,3	174.774,0	93.622,2
1996	4.250,7	3.716,9	2.691,0	5.139,6	28.561,9	3.590,6	212.063,0	94.512,8
1997	3.733,0	3.963,2	3.056,2	7.041,2	38.963,0	3.849,9	231.168,0	92.816,2
1998	4.126,8	4.250,9	3.637,7	7.393,4	44.715,0	5.021,0	246.392,0	88.390,1
1999	4.826,0	4.748,1	4.040,3	7.420,9	50.806,5	4.910,1	268.505,0	113.768,0

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 6. Inversió anual en telecomunicacions. 1975-1999
Valors absoluts en milions de dòlars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1975	430	217	2.454	1.123	2.722	98	1.782	382
1976	403	235	2.213	972	3.065	84	1.766	407
1977	440	285	2.476	996	3.827	86	2.055	496
1978	494	293	3.422	1.209	4.740	119	2.338	600
1979	510	359	4.462	1.408	5.502	152	2.459	643
1980	592	348	5.494	1.634	5.595	265	2.849	709
1981	485	274	5.018	1.450	4.204	360	2.424	509
1982	450	245	4.906	1.354	3.761	348	2.713	450
1983	407	225	4.711	1.115	3.470	249	2.936	438
1984	398	218	4.867	1.091	3.170	174	2.767	390
1985	371	245	5.339	1.105	3.990	148	2.800	487
1986	470	417	7.400	1.468	4.510	183	3.713	632
1987	533	502	9.248	2.127	5.060	195	4.616	765
1988	496	611	9.657	3.050	4.882	207	5.873	987
1989	649	495	9.420	4.772	4.803	231	7.485	1.428
1990	834	526	11.915	7.076	4.802	291	8.264	1.484
1991	827	440	14.893	5.992	6.222	251	10.264	1.621
1992	779	441	18.217	4.132	5.788	274	8.900	1.623
1993	1.318	375	15.880	2.962	6.344	240	6.719	1.469
1994	984	448	12.680	2.851	5.459	257	5.567	1.464
1995	1.494	545	10.825	3.114	6.271	310	4.714	1.710
1996	1.102	707	11.721	2.837	5.415	425	5.891	1.606
1997	1.455	889	8.939	2.405	6.648	450	6.693	1.627
1998	886	1.077	8.808	1.983	6.950	514	5.472	2.068
1999	967	935	10.870	2.333	6.742	625	4.299	3.447

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1975	318	117	223	223	2.026	176	10.740	4.837
1976	333	103	239	216	1.500	270	11.444	4.638
1977	379	105	239	236	1.473	359	13.422	6.114
1978	441	96	241	266	1.911	420	15.904	7.896
1979	457	156	243	351	2.628	471	18.259	7.737
1980	511	148	268	449	2.907	501	19.756	7.673
1981	548	174	275	707	2.964	442	20.700	8.103
1982	513	194	249	662	2.710	440	19.500	7.190
1983	548	177	265	589	2.323	427	17.300	7.368
1984	562	150	229	555	2.480	402	17.000	7.514
1985	577	174	293	588	2.412	417	22.300	6.864
1986	739	218	402	1.083	3.138	507	22.400	9.893
1987	915	265	522	1.323	3.858	606	22.100	12.994
1988	1.024	436	617	1.350	5.244	671	21.100	14.878
1989	1.035	474	645	1.296	5.098	538	20.200	15.666
1990	1.407	713	775	1.062	4.925	439	20.600	15.653
1991	1.637	864	649	1.155	4.329	468	20.931	17.601
1992	1.474	990	523	903	4.867	581	21.687	19.658
1993	1.336	640	389	715	4.034	262	23.347	23.724
1994	1.493	664	555	768	4.933	468	22.772	26.443
1995	1.597	1.230	839	1.091	7.453	809	23.570	35.114
1996	891	1.100	849	1.015	9.829	727	22.401	37.803
1997	1.213	1.344	828	758	12.782	787	23.171	32.815
1998	1.713	1.240	883	n.d.	13.007	1.484	24.227	29.023
1999	1.848	1.395	886	1.260	15.287	1.827	26.304	30.829

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001) i l'OCDE (2001c).

Quadre 7. Formació bruta de capital fix. 1975-1999
Valors absoluts en milers de milions de moneda local

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1975	511,1	45,6	209,4	1.592,5	354,3	0,9	34.568,0	48,3
1976	568,7	57,7	225,6	1.807,4	407,2	1,2	41.776,0	51,1
1977	603,0	61,7	242,4	2.201,5	439,3	1,4	50.323,0	60,4
1978	647,5	67,5	264,9	2.551,5	488,4	1,9	57.657,0	66,0
1979	661,1	72,5	301,3	2.842,4	555,1	2,4	70.767,0	69,3
1980	728,3	70,3	332,1	3.368,2	645,8	2,7	94.062,0	73,8
1981	642,9	63,8	331,3	3.728,8	700,5	3,4	110.683,0	70,5
1982	672,1	74,6	323,5	4.263,8	774,3	3,5	121.734,0	70,0
1983	669,0	82,0	340,8	4.686,0	809,6	3,4	134.842,0	72,4
1984	709,0	97,3	350,7	4.778,8	840,4	3,5	152.603,0	77,5
1985	741,3	115,2	355,8	5.408,7	905,3	3,4	167.593,0	83,7
1986	796,0	138,4	373,5	6.296,8	977,5	3,5	177.500,0	89,3
1987	854,0	138,0	385,8	7.518,1	1.054,8	3,5	193.658,0	91,6
1988	1.014,0	154,9	409,9	9.083,1	1.188,3	3,6	219.196,0	97,4
1989	1.364,0	163,2	448,5	10.867,6	1.314,6	4,3	241.161,0	104,1
1990	1.523,0	166,0	507,8	12.261,4	1.494,9	5,1	283.330,0	107,9
1991	1.487,0	165,6	656,0	13.066,5	1.512,5	4,9	303.120,0	110,8
1992	1.546,0	161,0	709,4	12.889,2	1.490,7	5,0	310.660,0	113,3
1993	1.523,0	163,9	689,2	12.100,0	1.398,8	5,1	288.220,0	111,7
1994	1.558,0	168,4	729,7	12.843,0	1.428,7	5,8	297.610,0	117,3
1995	1.653,0	189,3	751,1	14.420,0	1.458,2	7,1	327.850,0	124,8
1996	1.686,0	198,4	741,2	14.871,0	1.469,2	8,6	348.850,0	131,6
1997	1.817,0	218,0	732,7	17.999,2	1.473,0	10,7	359.620,0	142,4
1998	1.894,0	236,3	797,2	20.074,6	1.564,9	13,4	381.150,0	149,9
1999	2.008,9	312,9	822,0	22.669,1	1.675,3	16,2	392.221,7	182,9

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1975	174,9	97,8	32,7	63,2	21,0	50,8	278,8	48.136,0
1976	188,7	117,5	33,2	72,3	24,5	62,0	316,7	51.945,0
1977	212,9	165,8	35,5	78,4	27,0	71,1	381,5	55.982,0
1978	215,6	219,8	34,8	80,4	31,1	67,7	460,6	62.147,0
1979	231,9	264,0	39,3	91,9	36,9	66,2	529,4	70.171,0
1980	255,5	358,8	49,1	106,4	41,6	70,8	546,4	75.821,0
1981	267,9	463,0	55,3	109,4	41,3	91,8	603,8	78.908,0
1982	262,9	574,8	62,2	118,1	44,8	92,3	590,7	79.735,0
1983	269,5	671,5	70,0	132,3	48,6	103,4	626,4	78.881,0
1984	282,9	663,7	73,4	148,8	55,2	117,6	727,8	83.251,0
1985	304,4	768,0	80,0	167,0	60,7	110,0	783,0	88.040,0
1986	288,4	1.225,4	82,9	175,5	65,0	155,4	822,3	91.499,0
1987	306,7	1.590,5	92,5	197,9	75,2	170,9	832,8	99.152,0
1988	331,3	2.026,1	109,3	225,1	91,5	181,4	871,3	110.856,0
1989	362,1	2.316,8	136,1	271,0	105,4	175,1	920,4	122.274,0
1990	397,9	2.717,8	139,1	292,5	114,2	156,2	927,7	136.467,0
1991	440,3	2.964,2	110,1	280,4	104,6	157,4	878,1	143.998,0
1992	455,4	3.191,4	88,0	244,6	100,3	156,3	942,0	143.525,0
1993	455,2	3.139,7	71,2	205,7	101,2	168,2	1.043,0	140.433,0
1994	501,6	3.432,2	74,2	209,2	107,5	179,4	1.152,1	137.291,0
1995	551,4	3.742,7	90,5	240,4	116,3	192,5	1.234,4	137.611,0
1996	570,0	4.055,1	98,1	249,6	125,5	216,5	1.314,2	147.425,0
1997	582,5	4.515,6	112,3	269,6	134,2	249,9	1.379,4	143.999,0
1998	631,0	4.992,1	127,4	299,0	148,6	277,2	1.460,0	129.866,0
1999	654,3	5.478,9	138,7	326,9	157,9	265,2	1.606,8	n.d.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 8. Ordinadors personals a alguns països de l'OCDE. 1988-1999

Valors absoluts en milers d'ordinadors

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1988	500	300	4.300	700	3.100	190	1.180	750
1989	600	400	5.200	900	3.800	240	1.600	1.000
1990	876	590	6.500	1.100	4.000	300	2.100	1.400
1991	995	690	7.500	1.300	4.200	360	2.600	1.700
1992	1.200	800	8.800	1.500	6.200	410	3.100	2.000
1993	1.400	930	10.200	1.700	6.700	480	3.500	2.200
1994	1.600	1.000	12.300	1.900	7.800	560	4.100	2.600
1995	1.800	1.414	14.600	2.400	8.500	660	4.800	3.100
1996	2.200	1.600	17.100	3.100	9.400	760	5.300	3.600
1997	2.500	1.900	19.600	3.800	11.280	880	6.500	4.400
1998	2.900	2.000	22.900	4.300	13.560	1.010	10.000	5.100
1999	3.200	2.200	24.400	4.800	15.680	1.180	11.000	5.700

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1988	300	140	0	500	4.300	0	45.080	5.100
1989	400	200	0	700	5.200	0	49.400	6.500
1990	500	260	500	900	6.200	0	54.200	7.400
1991	600	300	570	1.100	7.200	620	59.000	8.100
1992	700	350	650	1.200	8.400	697	64.500	8.600
1993	800	400	720	1.300	9.600	816	70.200	9.700
1994	900	430	810	1.600	9.900	996	77.500	11.500
1995	1.300	550	1.200	2.200	11.800	1.193	86.300	15.100
1996	1.400	670	1.400	2.600	12.700	1.392	96.600	20.400
1997	1.700	740	1.600	3.000	14.100	1.589	109.000	25.500
1998	1.900	810	1.800	3.500	15.900	1.800	124.000	30.000
1999	2.100	930	1.860	4.000	18.000	2.000	141.000	36.300

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 9. PC's a alguns països de l'OCDE. 1988-2000
Nombre d'ordinadors per cada 100 habitants

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1988	5,06	5,85	6,65	1,78	5,52	5,37	2,05	5,08
1989	6,04	7,79	7,61	2,28	6,73	6,83	2,78	6,73
1990	8,79	11,49	8,99	2,76	7,05	8,56	3,64	9,36
1991	9,97	13,41	9,80	3,34	7,37	10,21	4,58	11,28
1992	11,94	15,49	10,87	3,85	10,83	11,56	5,45	13,18
1993	13,89	17,95	12,54	4,35	11,66	13,46	6,13	14,40
1994	15,86	19,24	15,08	4,85	13,53	15,62	7,16	16,89
1995	17,75	27,11	17,84	6,12	14,69	18,30	8,37	20,00
1996	21,66	30,47	20,85	7,89	16,20	20,96	9,24	23,08
1997	24,54	36,02	23,89	9,66	19,38	24,13	11,33	28,13
1998	28,60	37,74	27,91	10,92	23,22	27,44	17,44	32,39
1999	31,52	41,40	29,70	11,94	26,75	31,85	19,18	35,99
2000	42,00	n.d.	32,00	34,00	29,00	n.d.	35,00	66,00

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1988	3,95	1,43	-	5,93	7,52	-	18,40	4,16
1989	5,25	2,04	-	8,24	9,07	-	19,97	5,28
1990	6,48	2,65	10,00	10,48	10,77	-	21,68	5,99
1991	7,70	3,04	11,33	12,73	12,45	14,51	23,35	6,53
1992	8,87	3,54	12,86	13,81	14,48	16,21	25,26	6,91
1993	10,01	4,04	14,18	14,87	16,50	18,87	27,20	7,77
1994	11,21	4,34	15,89	18,15	16,95	22,91	29,74	9,19
1995	16,16	5,54	23,18	24,89	20,13	27,30	32,81	12,03
1996	17,37	6,74	27,28	29,40	21,60	31,69	36,39	16,21
1997	21,06	7,43	31,09	33,91	23,89	35,97	40,69	20,21
1998	23,34	8,12	34,88	39,53	26,84	40,49	45,88	23,72
1999	25,68	9,30	36,01	45,14	30,25	44,66	51,71	28,69
2000	n.d.	20,00	45,00	56,00	36,00	n.d.	n.d.	n.d.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 10. Hosts d'Internet a alguns països de l'OCDE (I). 1990-2000
Nombre de hosts

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1990	2	924	7.569	144	4.163	4	929	5457
1991	274	1.676	27.063	1.688	12.031	349	2.413	11.073
1992	2.008	4.901	61.295	5.483	24.744	1.115	7.107	24.046
1993	7.074	8.359	111.619	14.149	53.765	2.316	16.292	43.751
1994	17.423	18.406	198.851	27.578	83.360	5.486	28.370	85.943
1995	30.621	50.557	474.375	51.456	151.173	13.435	75.376	171.765
1996	65.064	106.732	691.864	113.227	236.874	26.895	147.873	270.511
1997	106.808	169.368	1.132.174	196.403	355.031	39.864	254.296	391.228
1998	208.665	298.275	1.449.915	306.559	511.193	55.859	386.632	625.769
1999	339.357	338.239	1.635.067	469.587	1.233.071	63.913	301.528	959.083
2000	300.193	n.d.	2.040.437	455.487	1.122.407	n.d.	1.019.711	1.623.567

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1990	1.060	2	3.634	7.736	1.135	3.110	n.d.	n.d.
1991	2.568	774	11.396	17.113	13.616	9.945	521.689	8.579
1992	8.734	1.797	18.569	25.155	49826	18.569	942.751	23.197
1993	15.133	3.532	33.085	40.921	110.893	30.673	1.475.657	42.769
1994	27.304	5.054	68.262	74.064	226.086	48.364	3.179.170	96.632
1995	53.344	11.776	215.704	144.844	439.768	84.294	6.054.959	269.327
1996	88.811	23.482	314.141	237.832	719.333	150.130	10.112.888	734.406
1997	108.473	42.447	486.811	348.609	987.733	292.382	20.623.996	1.168.956
1998	172.569	55.746	459.568	379.455	1.449.315	318.993	30.489.464	1.687.534
1999	262.632	77.761	461.760	522.888	1.739.078	438.961	53.175.956	2.636.541
2000	n.d.	62.147	529.261	595.698	1.677.946	452.677	80.566.947	4.640.863

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 11. Hosts d'Internet a alguns països de l'OCDE (II). 1990-2000
Nombre de hosts per 1000 habitants

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1990	0,00	0,18	0,10	0,00	0,07	0,00	0,02	0,36
1991	0,03	0,33	0,35	0,04	0,21	0,10	0,04	0,73
1992	0,20	0,95	0,76	0,14	0,43	0,31	0,12	1,58
1993	0,70	1,61	1,37	0,36	0,94	0,65	0,29	2,86
1994	1,73	3,54	2,44	0,70	1,45	1,53	0,50	5,58
1995	3,02	9,69	5,80	1,31	2,61	3,73	1,31	11,08
1996	6,40	20,33	8,44	2,88	4,08	7,42	2,58	17,34
1997	10,48	32,11	13,80	4,99	6,10	10,93	4,43	25,01
1998	20,58	56,29	17,67	7,79	8,75	15,17	6,74	39,74
1999	33,43	63,66	19,90	11,68	21,03	17,25	5,26	60,55
2000	29,55		24,83	11,22	19,09		17,80	101,73

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1990	0,14	0,00	0,73	0,90	0,02	0,73	-	-
1991	0,33	0,08	2,27	1,98	0,24	2,33	2,06	0,07
1992	1,11	0,18	3,67	2,89	0,86	4,32	3,69	0,19
1993	1,89	0,36	6,52	4,68	1,91	7,09	5,72	0,34
1994	3,40	0,51	13,39	8,40	3,87	11,12	12,20	0,77
1995	6,63	1,19	41,67	16,39	7,50	19,29	23,02	2,14
1996	11,02	2,36	61,21	26,89	12,23	34,17	38,10	5,83
1997	13,44	4,26	94,58	39,40	16,74	66,18	76,98	9,27
1998	21,20	5,59	89,06	42,86	24,47	71,76	112,82	13,34
1999	32,12	7,78	89,40	59,01	29,23	98,02	195,00	20,84
2000	n.d.	6,20	102,17	67,08	28,07	100,82	292,83	36,57

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 12. Usuaris d'Internet a alguns països de l'OCDE (I). 1991-2000

Valors absoluts en unitats

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1991	2.000	10.000	200.000	10.000	60.000	2.000	20.000	80.000
1992	10.000	20.000	350.000	30.000	115.000	6.000	40.000	130.000
1993	20.000	30.000	375.000	50.000	225.000	10.000	70.000	160.000
1994	70.000	70.000	750.000	110.000	275.000	20.000	110.000	330.000
1995	100.000	200.000	1.500.000	150.000	950.000	40.000	300.000	600.000
1996	300.000	300.000	2.500.000	526.000	1.500.000	80.000	585.000	900.000
1997	500.000	600.000	5.500.000	1.100.000	2.500.000	150.000	1.300.000	1.000.000
1998	800.000	1.000.000	8.100.000	1.733.000	3.700.000	300.000	2.600.000	1.600.000
1999	1.200.000	1.500.000	14.400.000	2.830.000	5.370.000	679.000	5.000.000	3.000.000
2000	2.000.000	n.d.	24.000.000	5.387.000	8.500.000	n.d.	6.000.000	3.800.000

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1991	20.000	10.000	70.000	100.000	100.000	60.000	3.000.000	50.000
1992	50.000	25.000	95.000	130.000	150.000	95.000	4.500.000	120.000
1993	60.000	45.000	130.000	150.000	300.000	120.000	5.500.000	500.000
1994	110.000	72.000	250.000	300.000	600.000	180.000	8.500.000	1.000.000
1995	150.000	90.000	710.000	450.000	1.100.000	280.000	20.000.000	2.000.000
1996	250.000	230.000	860.000	800.000	2.400.000	800.000	30.000.000	5.500.000
1997	360.000	270.000	1.000.000	2.100.000	4.310.000	1.300.000	40.000.000	11.550.000
1998	710.000	500.000	1.311.000	2.961.000	8.000.000	1.600.000	60.000.000	16.940.000
1999	1.250.000	700.000	1.667.000	3.666.000	12.500.000	2.000.000	74.100.000	27.060.000
2000	n.d.	5.962.000	1.927.000	4.048.000	15.400.000	2.200.000	94.354.000	47.080.000

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 13. Usuaris d'Internet a alguns països de l'OCDE. 1991-2000
Nombre d'usuaris per cada 1.000 habitants

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1991	0,02	0,19	0,26	0,03	0,11	0,06	0,04	0,53
1992	0,10	0,39	0,43	0,08	0,20	0,17	0,07	0,86
1993	0,20	0,58	0,46	0,13	0,39	0,28	0,12	1,05
1994	0,69	1,35	0,92	0,28	0,48	0,56	0,19	2,14
1995	0,99	3,83	1,83	0,38	1,64	1,11	0,52	3,87
1996	2,95	5,71	3,05	1,34	2,58	2,21	1,02	5,77
1997	4,91	11,37	6,70	2,80	4,29	4,11	2,27	6,39
1998	7,89	18,87	9,87	4,40	6,34	8,15	4,53	10,16
1999	11,82	28,23	17,53	7,04	9,16	18,33	8,72	18,94
2000	19,69	n.d.	29,20	13,27	14,46	0,00	10,47	23,81

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1991	0,26	0,10	1,39	1,16	0,17	1,40	1,19	0,04
1992	0,63	0,25	1,88	1,50	0,26	2,21	1,76	0,10
1993	0,75	0,45	2,56	1,72	0,52	2,77	2,13	0,40
1994	1,37	0,73	4,90	3,40	1,03	4,14	3,26	0,80
1995	1,86	0,91	13,71	5,09	1,88	6,41	7,60	1,59
1996	3,10	2,32	16,76	9,05	4,08	18,21	11,30	4,37
1997	4,46	2,71	19,43	23,74	7,30	29,43	14,93	9,15
1998	8,72	5,01	25,41	33,44	13,51	35,99	22,20	13,39
1999	15,29	7,00	32,27	41,37	21,01	44,66	27,17	21,39
2000	n.d.	n.d.	37,20	45,59	25,77	49,00	34,29	37,09

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001) i Eurostat (2001b).

**Quadre 14. Subscriptors de telèfons mòbils a alguns països de l'OCDE (I).
1986-1999**
Valors absoluts en milers de subscriptors

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1986	4	58	24	2	9	2	9	15
1987	7	77	49	4	39	3	17	24
1988	19	101	99	12	98	6	34	33
1989	31	124	164	30	178	14	66	56
1990	43	148	273	55	283	25	266	79
1991	51	176	532	108	375	32	568	115
1992	61	211	972	180	437	44	783	166
1993	68	358	1.774	257	572	61	1.207	216
1994	128	504	2.491	412	883	88	2.240	321
1995	235	822	3.725	945	1.302	158	3.923	539
1996	478	1.317	5.512	2.998	2.463	289	6.422	1.016
1997	974	1.444	8.276	4.338	5.817	533	11.738	1.717
1998	1.756	1.931	13.913	7.051	11.210	946	20.489	3.351
1999	3.187	2.629	23.470	12.300	21.434	1.655	30.296	6.745

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1986	19	0	85	113	130	87	682	95
1987	26	0	106	173	290	120	1.231	151
1988	37	0	138	243	560	152	2.069	243
1989	51	3	190	349	975	168	3.509	490
1990	74	7	258	461	1.114	197	5.283	868
1991	115	13	319	568	1.260	234	7.557	1.378
1992	172	37	386	656	1.507	283	11.033	1.713
1993	221	101	489	775	2.268	371	16.009	2.131
1994	278	174	676	1.381	3.940	588	24.134	4.331
1995	384	341	1.039	2.008	5.736	981	33.786	11.712
1996	599	664	1.502	2.492	7.248	1.261	44.043	26.907
1997	1.160	1.507	2.163	3.169	8.841	1.677	55.312	38.254
1998	2.293	3.076	2.947	4.108	14.878	2.106	69.209	47.308
1999	4.206	4.671	3.364	5.165	27.185	2.745	86.047	56.846

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 15. Subscriptors de telèfons mòbils a alguns països de l'OCDE (II).
1986-1999
Nombre de subscriptors per cada 100 habitants

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1986	0,04	1,12	0,04	0,00	0,02	0,04	0,02	0,10
1987	0,07	1,51	0,08	0,01	0,07	0,10	0,03	0,17
1988	0,19	1,98	0,15	0,03	0,18	0,18	0,06	0,22
1989	0,31	2,41	0,24	0,08	0,32	0,39	0,11	0,38
1990	0,43	2,89	0,38	0,14	0,50	0,71	0,46	0,53
1991	0,52	3,42	0,70	0,28	0,66	0,91	1,00	0,76
1992	0,61	4,09	1,20	0,46	0,76	1,24	1,38	1,09
1993	0,67	6,90	2,18	0,66	1,00	1,71	2,12	1,41
1994	1,27	9,69	3,05	1,05	1,53	2,45	3,91	2,09
1995	2,32	15,77	4,55	2,41	2,25	4,38	6,84	3,48
1996	4,71	25,07	6,72	7,63	4,24	7,96	11,19	6,51
1997	9,57	27,37	10,09	11,03	9,99	14,62	20,46	10,98
1998	17,32	36,44	16,96	17,91	19,20	25,70	35,72	21,28
1999	31,39	49,47	28,57	30,60	36,56	44,67	52,83	42,59

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1986	0,25	-	1,73	1,35	0,23	2,08	0,28	0,08
1987	0,35	-	2,14	2,06	0,51	2,87	0,51	0,12
1988	0,49	-	2,79	2,88	0,98	3,62	0,84	0,20
1989	0,67	0,03	3,82	4,11	1,70	3,97	1,42	0,40
1990	0,95	0,07	5,16	5,37	1,94	4,63	2,11	0,70
1991	1,48	0,13	6,35	6,57	2,18	5,48	2,99	1,11
1992	2,18	0,38	7,64	7,55	2,60	6,58	4,32	1,38
1993	2,76	1,02	9,63	8,86	3,90	8,59	6,20	1,71
1994	3,46	1,75	13,25	15,66	6,75	13,53	9,26	3,46
1995	4,77	3,44	20,07	22,72	9,79	22,46	12,84	9,33
1996	7,43	6,68	29,27	28,18	12,33	28,71	16,59	21,38
1997	14,37	15,13	42,02	35,82	14,98	37,95	20,65	30,32
1998	28,17	30,82	57,11	46,40	25,12	47,38	25,61	37,40
1999	51,44	46,73	65,12	58,29	45,69	61,29	31,55	44,94

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 16. Línies telefòniques principals a alguns països de l'OCDE (I).
1980-1999
Milions de línies

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	2,44	2,23	20,43	7,23	15,90	0,48	13,02	4,89
1981	2,59	2,29	21,65	7,65	17,74	0,54	13,86	5,10
1982	2,72	2,35	22,57	8,02	19,48	0,58	14,70	5,29
1983	2,82	2,40	23,39	8,45	20,94	0,61	15,60	5,46
1984	2,92	2,47	24,42	8,88	22,09	0,67	16,52	5,64
1985	3,03	2,54	25,39	9,34	23,03	0,70	17,40	5,82
1986	3,23	2,63	26,19	9,79	23,91	0,75	18,25	6,03
1987	3,37	2,71	27,01	10,24	24,80	0,80	19,10	6,23
1988	3,53	2,79	27,82	10,97	25,83	0,84	20,09	6,47
1989	3,71	2,85	28,85	11,80	26,94	0,92	21,27	6,69
1990	3,91	2,91	31,89	12,60	28,08	0,98	22,35	6,94
1991	4,10	2,95	33,56	13,26	29,10	1,05	23,07	7,18
1992	4,26	3,00	35,42	13,79	30,10	1,11	23,71	7,40
1993	4,40	3,06	37,00	14,25	30,90	1,17	24,17	7,63
1994	4,54	3,12	38,80	14,69	31,70	1,24	24,54	7,86
1995	4,68	3,19	42,00	15,10	32,40	1,31	24,85	8,12
1996	4,81	3,25	44,10	15,41	32,90	1,39	25,26	8,43
1997	4,96	3,34	45,20	15,85	33,70	1,50	25,70	8,86
1998	5,07	3,50	46,53	16,29	34,10	1,60	25,99	9,34
1999	5,10	3,64	48,50	16,48	34,10	1,77	26,51	9,61

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	2,19	0,99	1,74	4,82	18,16	1,20	94,28	39,93
1981	2,32	1,06	1,84	4,90	18,80	1,30	105,56	40,28
1982	2,44	1,15	1,93	4,97	19,24	1,43	107,52	41,50
1983	2,55	1,25	2,02	5,02	19,87	1,55	110,61	42,88
1984	2,64	1,32	2,10	5,13	20,55	1,66	112,55	43,96
1985	2,73	1,40	2,19	5,24	21,18	1,76	115,99	45,30
1986	2,82	1,51	2,27	5,37	21,73	1,86	118,29	46,77
1987	2,91	1,66	2,37	5,48	22,66	1,95	122,79	48,42
1988	3,00	1,85	2,47	5,60	23,74	2,02	127,09	50,34
1989	3,10	2,19	2,58	5,72	24,80	2,07	131,50	52,45
1990	3,22	2,38	2,67	5,85	25,37	2,13	136,11	54,53
1991	3,34	2,69	2,72	5,96	25,91	2,20	139,41	56,26
1992	3,47	3,01	2,74	5,93	26,51	2,27	143,34	57,65
1993	3,58	3,26	2,76	5,91	27,34	2,33	148,11	58,83
1994	3,69	3,47	2,80	5,97	28,36	2,40	153,45	60,69
1995	3,80	3,64	2,81	6,01	29,41	2,48	159,74	62,29
1996	3,90	3,82	2,84	6,03	30,68	2,59	165,05	64,04
1997	3,97	4,00	2,86	6,01	31,88	2,74	172,45	65,74
1998	4,00	4,02	2,86	5,97	32,83	2,94	179,82	67,49
1999	3,86	4,23	2,85	5,89	33,75	3,18	183,52	70,53

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

**Quadre 17. Línies telefòniques principals a alguns països de l'OCDE (II).
1980-1999**

Nombre de línies per cada 100 llars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	67,68	43,43	82,82	68,28	83,66	14,20	70,56	97,72
1981	71,17	44,68	86,24	71,53	92,35	15,57	74,39	99,97
1982	74,37	45,94	89,04	74,24	98,34	16,66	78,18	101,46
1983	76,47	46,99	92,14	77,56	104,43	17,50	82,33	102,65
1984	78,84	48,24	95,58	80,38	109,01	18,96	86,50	104,21
1985	81,19	49,73	98,72	83,93	112,50	19,86	90,37	105,45
1986	85,83	51,29	98,31	87,71	115,67	21,20	94,09	105,57
1987	88,96	52,87	103,01	91,48	116,70	22,48	97,47	107,22
1988	92,52	54,42	104,99	97,82	121,51	23,82	101,99	108,95
1989	96,78	55,46	107,84	104,97	125,31	26,06	106,86	112,35
1990	101,36	56,69	93,79	111,92	130,63	28,06	111,75	116,17
1991	105,30	57,34	96,71	117,60	133,49	29,72	115,88	117,57
1992	107,99	58,19	99,22	117,35	136,01	31,39	118,85	118,97
1993	109,70	59,06	102,13	119,50	137,95	32,81	114,11	121,46
1994	112,35	60,08	105,81	121,61	139,65	34,58	116,46	122,40
1995	114,73	61,23	113,70	123,49	140,87	36,33	117,37	123,86
1996	117,57	61,91	118,29	125,89	141,29	38,33	119,19	127,36
1997	120,91	63,33	120,67	132,12	143,40	41,14	121,26	132,40
1998	123,73	65,97	123,97	137,40	143,88	43,47	122,58	139,36
1999	124,27	68,47	128,32	135,32	143,22	47,77	120,46	142,58

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	29,02	33,87	97,65	137,80	91,04	78,59	116,72	111,47
1981	30,71	35,70	102,11	139,86	93,52	84,26	128,16	110,81
1982	32,21	38,04	105,64	139,49	94,78	91,38	128,72	112,59
1983	33,74	40,44	109,24	139,74	96,93	98,37	131,81	115,89
1984	34,96	42,22	113,12	141,65	99,26	103,59	131,78	115,74
1985	36,11	44,08	116,00	142,83	101,32	108,50	133,64	119,27
1986	37,25	47,34	119,58	145,69	102,97	113,50	133,72	123,08
1987	38,37	51,29	122,86	148,52	106,40	117,39	137,23	124,15
1988	39,52	62,69	126,67	150,36	110,42	120,01	139,55	127,44
1989	40,70	72,97	130,73	152,71	114,27	121,78	141,66	131,13
1990	41,76	78,01	133,48	152,71	115,84	121,75	145,82	134,07
1991	42,90	85,56	135,20	154,17	115,72	123,50	147,82	137,22
1992	43,92	95,39	130,57	152,38	117,32	126,03	149,83	137,27
1993	44,80	102,85	129,72	150,96	119,62	127,59	153,65	138,42
1994	45,98	109,26	129,68	150,80	122,76	130,87	158,02	141,14
1995	47,18	114,20	128,84	150,36	126,22	134,22	161,37	141,90
1996	48,41	118,88	129,25	150,61	130,45	139,94	165,66	144,88
1997	49,18	123,53	128,80	150,06	135,08	146,68	170,71	148,39
1998	49,10	125,53	127,06	149,13	137,36	143,24	172,74	152,00
1999	47,24	130,96	120,01	147,11	140,63	153,86	174,62	158,49

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 18. Cost de la connexió telefònica residencial. 1986-1999
En dòlars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1986	102,97	185,39	29,94	83,17	36,09	n.d.	n.d.	n.d.
1987	123,21	226,60	36,17	94,33	41,59	n.d.	n.d.	n.d.
1988	125,10	185,68	37,01	99,99	41,96	n.d.	n.d.	n.d.
1989	105,69	164,15	34,57	104,07	39,18	n.d.	n.d.	n.d.
1990	124,63	193,89	40,22	230,74	45,91	198,34	181,95	115,32
1991	121,96	187,61	39,15	269,46	44,30	193,23	175,72	112,29
1992	129,54	215,37	41,62	280,81	47,22	204,08	176,88	119,41
1993	121,02	200,55	39,31	225,91	54,43	203,80	138,52	113,08
1994	126,07	204,38	40,04	182,43	55,52	207,76	135,19	115,38
1995	143,08	199,69	45,35	197,69	60,10	232,69	146,10	130,84
1996	85,97	192,93	66,45	194,61	59,62	232,30	154,24	137,01
1997	74,41	169,39	57,66	168,35	52,25	220,12	139,74	118,38
1998	73,33	141,77	49,41	164,99	51,69	140,97	137,08	105,86
1999	70,20	136,10	47,25	157,60	49,43	n.d.	130,76	48,30

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1986	65,50	63,50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	47,91	n.d.
1987	94,92	67,43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	46,24	n.d.
1988	97,18	68,63	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	45,05	n.d.
1989	90,69	62,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	44,95	n.d.
1990	105,54	69,30	1055,31	143,60	n.d.	239,61	47,15	502,79
1991	102,77	83,05	1052,17	170,63	n.d.	231,37	45,57	540,42
1992	109,20	95,11	1227,84	194,37	289,10	241,37	45,01	574,81
1993	103,16	87,68	816,63	145,40	174,66	211,50	44,92	654,67
1994	140,08	84,94	696,36	162,00	178,03	106,27	44,46	712,27
1995	158,70	99,92	832,14	175,21	183,48	118,35	43,58	773,97
1996	151,13	106,97	779,34	145,39	181,49	116,28	43,70	669,24
1997	122,90	80,44	470,00	127,70	190,44	106,03	43,67	601,70
1998	121,17	79,95	327,46	n.d.	163,95	99,40	43,74	556,10
1999	116,00	76,41	190,69	n.d.	159,67	96,15	43,88	639,10

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 19. Cost de la connexió telefònica empresarial. 1986-1999
En dòlars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1986	102,97	185,39	29,94	83,17	36,09	n.d.	n.d.	n.d.
1987	123,21	226,60	36,17	94,33	41,59	n.d.	n.d.	n.d.
1988	125,10	185,68	37,01	99,99	41,96	n.d.	n.d.	n.d.
1989	105,69	164,15	34,57	104,07	39,18	n.d.	n.d.	n.d.
1990	124,63	193,89	40,22	230,74	45,91	198,34	181,95	115,32
1991	121,96	187,61	39,15	269,46	44,30	193,23	175,72	112,29
1992	129,54	215,37	41,62	280,81	47,22	204,08	176,88	119,41
1993	121,02	200,55	39,31	225,91	54,43	203,80	138,52	113,08
1994	126,07	204,38	40,04	182,43	55,52	207,76	135,19	115,38
1995	143,08	199,69	45,35	197,69	60,10	232,69	146,10	130,84
1996	85,97	192,93	66,45	194,61	59,62	232,30	154,24	137,01
1997	74,41	169,39	57,66	168,35	52,25	220,12	139,74	118,38
1998	73,33	141,77	49,41	164,99	51,69	116,49	137,08	82,92
1999	70,20	136,10	47,25	157,60	49,43	n.d.	130,76	79,46

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1986	65,50	63,50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76,95	n.d.
1987	94,92	67,43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76,12	n.d.
1988	97,18	68,63	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76,43	n.d.
1989	90,69	62,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76,80	n.d.
1990	105,54	69,30	1055,31	266,09	n.d.	239,61	77,40	502,79
1991	102,77	83,05	1052,17	251,32	n.d.	231,37	78,20	540,42
1992	109,20	95,11	1227,84	274,73	289,10	241,37	78,07	574,81
1993	103,16	87,68	816,63	205,52	174,66	211,50	76,83	654,67
1994	140,08	84,94	696,36	291,60	178,03	106,27	74,93	712,27
1995	158,70	99,92	832,14	315,39	183,48	118,35	72,31	773,97
1996	151,13	106,97	779,34	223,68	181,49	116,28	72,85	669,24
1997	122,90	80,44	470,00	127,70	190,44	106,03	73,29	601,70
1998	121,17	79,95	327,46	n.d.	192,65	99,40	70,09	556,10
1999	116,00	76,41	190,69	n.d.	187,62	96,15	72,48	639,10

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 20. Cost mensual de la telefonia residencial. 1986-1999
En dòlars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1986	n.d.	9,59	n.d.	6,79	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1987	n.d.	12,23	n.d.	8,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1988	n.d.	13,12	n.d.	8,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1989	10,26	13,17	n.d.	8,70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1990	12,10	15,56	15,22	10,98	7,16	16,52	5,84	11,91
1991	11,84	15,06	14,81	11,53	6,91	16,10	7,29	11,33
1992	12,58	16,51	15,75	12,74	7,36	17,00	7,34	13,30
1993	11,70	15,37	14,87	10,84	7,94	16,98	5,74	13,32
1994	14,40	15,66	15,15	10,66	8,24	17,31	7,97	13,59
1995	18,79	15,44	17,16	11,55	9,16	19,39	8,62	15,42
1996	21,09	14,92	16,34	11,37	10,32	19,35	10,06	16,13
1997	18,25	13,10	14,18	n.d.	11,65	18,34	10,69	13,93
1998	17,98	15,96	12,15	11,19	11,52	17,64	11,17	17,44
1999	17,22	16,04	11,62	10,69	12,64	n.d.	11,76	16,71

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1986	n.d.	7,72	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,84	n.d.
1987	n.d.	8,19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,41	n.d.
1988	n.d.	8,33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,25	n.d.
1989	n.d.	8,00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,23	n.d.
1990	15,83	9,57	4,57	10,77	11,96	16,29	19,24	7,94
1991	13,70	10,03	6,18	12,26	11,85	18,04	19,77	8,53
1992	14,56	11,48	6,29	13,37	12,76	18,98	19,72	12,23
1993	13,75	10,57	5,16	10,00	11,48	16,49	19,95	13,93
1994	14,00	10,24	7,68	12,63	12,09	16,57	19,81	15,16
1995	15,87	12,07	9,41	14,42	13,02	18,62	20,01	18,60
1996	14,16	12,93	9,26	16,58	13,37	18,29	19,95	16,08
1997	12,45	10,52	8,86	13,75	14,52	16,68	19,88	14,46
1998	14,54	11,16	10,85	n.d.	14,77	13,51	19,76	13,36
1999	13,92	11,14	10,55	n.d.	14,90	14,32	19,87	15,36

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 21. Cost mensual de la telefonia empresarial. 1986-1999
En dòlars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1986	n.d.	9,59	n.d.	6,79	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1987	n.d.	12,23	n.d.	8,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1988	n.d.	13,12	n.d.	8,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1989	10,26	13,17	n.d.	8,70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1990	12,10	15,56	15,22	10,98	6,97	16,52	17,08	11,91
1991	11,84	15,06	14,81	11,53	6,73	16,10	16,49	11,33
1992	12,58	16,51	15,75	12,74	7,17	17,00	16,60	13,30
1993	11,70	15,37	14,87	10,84	6,70	16,98	13,00	13,32
1994	14,40	15,66	15,15	10,66	6,84	17,31	12,69	13,59
1995	18,79	15,44	17,16	11,55	7,61	19,39	12,56	15,42
1996	21,09	14,92	16,34	11,37	11,08	19,35	17,50	16,13
1997	18,25	13,10	14,18	9,84	12,19	18,34	17,74	13,93
1998	17,98	15,96	12,15	11,19	13,69	17,64	17,40	17,44
1999	17,22	16,04	11,62	10,69	14,65	n.d.	17,26	16,71

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1986	n.d.	7,72	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	40,47	n.d.
1987	n.d.	8,19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	40,57	n.d.
1988	n.d.	8,33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	40,12	n.d.
1989	n.d.	8,00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	41,25	n.d.
1990	15,83	9,57	4,57	22,53	19,39	16,29	41,21	16,23
1991	13,70	10,03	6,18	26,19	19,22	18,04	42,12	17,44
1992	14,56	11,48	6,29	28,61	20,67	18,98	42,29	18,55
1993	13,75	10,57	5,16	21,40	18,61	16,49	42,57	21,13
1994	14,00	10,24	7,68	20,41	19,58	16,57	41,64	22,99
1995	15,87	12,07	9,41	25,34	21,10	18,62	41,80	27,64
1996	15,11	12,93	9,26	25,72	21,38	21,91	41,81	23,90
1997	26,38	10,52	8,86	18,99	22,98	19,93	41,67	21,48
1998	19,38	11,16	10,85	n.d.	24,22	n.d.	41,29	19,86
1999	18,56	11,14	10,55	n.d.	24,12	n.d.	41,00	22,82

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 22. Línies RDSI a alguns països de l'OCDE. 1990-1999
Valors absoluts en unitats

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1990	208	-	16.300	-	6.600	-	-	-
1991	414	-	64.700	-	26.000	-	-	-
1992	835	883	150.100	-	63.000	-	-	397
1993	1.163	2.354	300.000	138	103.000	-	3.989	1.175
1994	9.039	5.885	536.800	2.234	171.000	-	15.225	6.000
1995	28.071	14.082	961.320	10.828	284.000	-	49.061	23.700
1996	54.652	29.863	1.945.000	35.406	443.831	-	109.556	165.147
1997	98.548	58.341	2.887.200	85.641	701.018	5.819	289.695	308.297
1998	184.700	117.000	4.103.200	182.240	1.540.012	9.774	516.338	712.217
1999	319.478	247.000	5.636.950	364.421	-	28.983	1.259.447	862.358

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1990	-	-	-	-	2.000	-	11.319	27.873
1991	-	-	-	-	6.000	-	68.003	85.890
1992	-	-	-	-	12.000	-	99.722	159.920
1993	904	-	545	-	50.000	-	264.323	239.431
1994	3.949	1.827	2.560	5.650	93.000	2.261	352.110	343.622
1995	16.813	7.891	6.416	16.948	117.495	12.314	538.607	520.605
1996	42.018	19.667	28.981	52.885	145.040	43.988	878.396	924.102
1997	85.700	47.845	57.855	71.580	265.000	149.954	1.174.950	2.398.151
1998	156.300	90.354	99.694	122.620	426.000	309.960	1.554.368	4.067.659
1999	252.600	139.657	156.897	-	655.000	532.077	2.016.929	6.738.079

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 23. Subscriptors de línies RDSI a alguns països de l'OCDE. 1990-1999
Subscriptors per 100 habitants

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1990	0,02	-	0,23	-	0,12	-	-	-
1991	0,04	0,17	0,85	-	0,46	-	-	-
1992	0,08	0,46	1,85	-	1,10	-	-	0,03
1993	0,12	1,14	3,69	0,00	1,79	-	0,07	0,08
1994	0,90	2,71	6,58	0,06	2,97	-	0,27	0,39
1995	2,77	5,73	11,75	0,28	4,91	-	0,86	1,53
1996	5,38	11,11	23,72	0,90	7,65	1,60	1,91	10,59
1997	9,67	22,18	35,19	2,18	12,04	2,68	5,05	19,71
1998	18,21	46,61	50,02	4,63	26,37	7,87	9,00	45,24
1999	31,47	-	68,61	9,06	-	-	21,96	54,45

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1990	-	-	-	-	0,03	-	0,05	0,23
1991	-	-	-	-	0,10	-	0,27	0,69
1992	0,11	-	-	-	0,21	-	0,39	1,29
1993	0,49	-	0,11	-	0,86	-	1,02	1,92
1994	2,09	0,18	0,50	0,64	1,59	0,52	1,35	2,75
1995	5,22	0,80	1,24	1,92	2,00	2,82	2,05	4,15
1996	10,63	1,98	5,65	5,98	2,47	10,01	3,31	7,34
1997	19,37	4,81	11,24	8,09	4,49	33,94	4,39	19,01
1998	31,03	9,05	19,32	13,85	7,19	69,73	5,75	32,16
1999	-	13,97	30,38	-	11,01	118,81	7,40	53,26

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 24. Subscriptors de televisió per cable. 1980-1999
Milers de subscriptors

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	2.308	0	0	0	0	0	0	1.064
1981	2.470	0	0	0	0	0	0	1.392
1982	2.595	0	291	0	0	0	0	1.950
1983	2.685	0	605	0	0	0	0	2.140
1984	2.738	0	1.018	0	0	0	0	2.349
1985	2.815	0	1.535	0	0	0	0	2.572
1986	2.932	0	2.312	0	0	0	0	2.853
1987	3.057	151	3.211	0	58	0	0	3.063
1988	3.161	281	4.466	0	115	0	0	3.410
1989	3.259	375	6.253	0	243	0	0	3.896
1990	3.370	452	8.059	110	515	390	0	4.363
1991	3.451	561	9.899	122	788	400	0	4.670
1992	3.510	609	11.823	122	1.032	405	0	5.039
1993	3.549	619	13.500	130	1.320	430	0	5.287
1994	3.594	1.143	14.600	310	1.626	460	0	5.770
1995	3.629	1.190	15.800	401	1.858	480	0	5.842
1996	3.658	1.240	16.700	439	2.136	535	15	5.800
1997	3.686	1.261	17.300	462	2.392	585	46	5.918
1998	3.725	1.316	17.700	462	2.662	630	160	0
1999	3.752	1.335	18.550	524	2.887	673	n.d.	6.120

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	0	0	0	0	0	0	17.671	0
1981	0	0	0	0	0	0	23.219	0
1982	0	0	87	0	0	0	29.341	3.656
1983	0	0	106	0	0	0	34.114	3.928
1984	171	0	141	0	0	0	37.291	4.266
1985	208	0	210	91	8	0	39.873	4.586
1986	254	0	265	221	20	0	42.237	4.935
1987	303	0	375	378	51	0	44.971	5.378
1988	347	0	464	614	63	437	48.637	5.775
1989	398	0	556	969	87	444	52.564	6.172
1990	460	0	671	1.482	149	477	54.871	6.768
1991	514	0	725	1.577	267	526	55.786	7.431
1992	591	2	762	1.800	434	606	57.212	8.344
1993	619	9	780	1.825	610	626	58.834	9.228
1994	650	18	798	1.850	916	664	60.495	10.255
1995	1.000	58	829	1.875	1.423	677	62.956	11.005
1996	1.050	171	842	1.900	2.068	665	64.654	12.629
1997	1.065	383	875	1.930	2.374	705	65.929	14.482
1998	1.095	596	906	1.960	2.704	775	67.011	15.817
1999	n.d.	761	933	n.d.	3.090	820	68.538	16.647

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 25. Subscriptors de televisió per cable per 100 habitants. 1980-1999
Subscriptors per 100 habitants

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	23,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
1981	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
1982	26,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6
1983	27,2	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,9
1984	27,8	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	16,3
1985	28,6	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	17,7
1986	29,7	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6
1987	31,0	2,9	5,3	0,0	0,1	0,0	0,0	20,9
1988	32,0	5,5	6,9	0,0	0,2	0,0	0,0	23,1
1989	32,8	7,3	9,1	0,0	0,4	0,0	0,0	26,2
1990	33,8	8,8	11,1	0,3	0,9	11,1	0,0	29,2
1991	34,6	10,9	12,9	0,3	1,4	11,3	0,0	31,0
1992	34,9	11,8	14,6	0,3	1,8	11,4	0,0	33,2
1993	35,2	11,9	16,6	0,3	2,3	12,1	0,0	34,6
1994	35,6	22,0	17,9	0,8	2,8	12,8	0,0	37,5
1995	35,8	22,8	19,3	1,0	3,2	13,3	0,0	37,7
1996	36,0	23,6	20,4	1,1	3,7	14,8	0,0	37,2
1997	36,2	23,9	21,1	1,2	4,1	16,0	0,1	37,8
1998	36,7	24,8	21,6	1,2	4,6	17,1	0,3	n.d.
1999	37,0	25,1	22,6	1,3	4,9	18,2	n.d.	38,6

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0
1981	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	0,0
1982	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	12,6	3,1
1983	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	14,6	3,3
1984	2,3	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	15,8	3,6
1985	2,8	0,0	4,3	1,1	0,0	0,0	16,7	3,8
1986	3,4	0,0	5,4	2,6	0,0	0,0	17,6	4,1
1987	4,0	0,0	7,6	4,5	0,1	0,0	18,5	4,4
1988	4,6	0,0	9,4	7,3	0,1	10,4	19,8	4,7
1989	5,2	0,0	11,2	11,4	0,2	10,5	21,3	5,0
1990	6,0	0,0	13,4	17,3	0,3	11,2	22,0	5,5
1991	6,6	0,0	14,4	18,2	0,5	12,3	22,1	6,0
1992	7,5	0,0	15,1	20,7	0,7	14,1	22,4	6,7
1993	7,7	0,1	15,4	20,9	1,0	14,5	22,8	7,4
1994	8,1	0,2	15,6	21,0	1,6	15,3	23,2	8,2
1995	12,4	0,6	16,0	21,2	2,4	15,5	23,9	8,8
1996	13,0	1,7	16,4	21,5	3,5	15,1	24,4	10,0
1997	13,2	3,8	17,0	21,8	4,0	16,0	24,6	11,5
1998	13,5	6,0	17,5	22,1	4,6	17,4	24,8	12,5
1999	-	7,6	18,1	n.d.	5,2	18,3	25,1	13,2

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 26. Llars equipades amb TV en alguns països de l'OCDE (I). 1980-1999

Valors absoluts en milers de llars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	2.934	1.856	20.762	n.d.	15.978	677	13.983	4.181
1981	2.963	1.864	21.190	n.d.	16.496	666	14.075	4.294
1982	2.976	1.886	21.149	n.d.	16.959	679	14.225	4.367
1983	2.981	1.900	21.840	8.014	17.289	698	14.377	4.454
1984	2.983	1.892	22.130	8.300	17.655	722	14.461	4.516
1985	2.972	1.952	22.430	8.600	17.950	736	14.521	4.574
1986	2.984	1.945	22.700	8.900	18.168	751	14.605	4.641
1987	3.173	1.942	23.010	9.200	18.460	796	14.687	4.703
1988	3.258	1.945	23.380	9.600	18.808	840	14.717	4.763
1989	3.274	1.962	23.920	10.000	19.072	862	14.851	4.838
1990	3.296	1.982	24.440	10.400	19.492	890	15.002	4.879
1991	3.304	2.017	30.470	10.800	19.688	911	15.094	5.242
1992	3.297	2.039	31.100	11.200	19.834	919	15.267	5.629
1993	3.316	2.039	31.930	11.300	19.903	930	15.675	5.714
1994	3.346	2.054	32.314	11.500	21.517	955	15.864	5.804
1995	3.378	2.061	32.634	11.683	21.557	972	16.091	5.850
1996	3.398	2.117	33.064	11.800	21.890	985	16.115	5.915
1997	3.470	2.160	33.120	11.850	22.090	990	16.116	5.975
1998	3.472	2.232	33.380	11.796	22.280	999	16.120	5.985
1999	3.499	2.340	33.560	12.118	22.380	1.150	20.660	6.580

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	2.233	1.400	1.538	3.165	18.667	1.195	78.200	29.263
1981	2.247	1.430	1.614	3.221	18.554	1.223	82.000	29.789
1982	2.329	1.496	1.678	3.236	18.494	1.285	83.800	30.403
1983	2.356	1.523	1.738	3.245	18.632	1.307	84.200	30.799
1984	2.419	1.567	1.770	3.251	18.716	1.328	85.300	31.062
1985	2.426	1.605	1.784	3.257	18.705	1.360	86.300	31.599
1986	2.434	1.618	1.822	3.278	18.953	1.434	87.800	31.955
1987	2.484	1.626	1.843	3.293	19.354	1.445	89.100	32.397
1988	2.487	1.640	1.851	3.314	19.396	1.464	90.400	32.839
1989	2.494	1.687	1.860	3.327	19.645	1.460	92.100	33.189
1990	2.500	1.706	1.894	3.309	19.546	1.489	93.000	33.543
1991	2.508	2.755	1.897	3.331	19.631	1.474	92.100	33.937
1992	2.638	2.779	1.888	3.327	20.067	1.496	93.000	34.344
1993	2.622	2.810	1.866	3.332	20.413	1.522	94.100	34.701
1994	2.628	2.818	1.882	3.352	21.176	1.550	95.361	35.027
1995	2.648	2.829	1.915	3.368	20.736	1.582	95.300	35.377
1996	2.641	2.857	1.929	n.d.	22.000	1.637	96.830	35.816
1997	2.979	2.870	2.060	n.d.	22.300	1.678	98.000	36.209
1998	3.015	2.900	2.140	n.d.	22.800	1.726	99.932	36.597
1999	3.110	3.130	2.120	3.950	23.300	1.920	100.802	36.878

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 27. Llars equipades amb TV en alguns països de l'OCDE (II). 1980-1999
 Valors absoluts en milers de llars

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	81	90	84	0	84	74	76	84
1981	82	90	84	0	86	72	76	84
1982	81	90	83	0	86	73	76	84
1983	81	90	86	74	86	74	76	84
1984	80	89	87	75	87	76	76	83
1985	80	91	87	77	88	77	75	83
1986	79	88	85	80	88	77	75	81
1987	84	87	88	82	87	81	75	81
1988	86	87	88	86	88	85	75	80
1989	85	87	89	89	89	86	75	81
1990	85	87	72	92	91	87	75	82
1991	85	87	88	96	90	87	76	86
1992	83	88	87	95	90	86	77	91
1993	83	87	88	95	89	86	74	91
1994	83	87	88	95	95	87	75	90
1995	83	87	88	96	94	87	76	89
1996	83	91	89	96	94	85	76	89
1997	84	75	88	99	94	85	76	89
1998	85	77	89	100	94	85	76	89
1999	85	81	89	99	94	97	94	98

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1.980	81	48	86	90	94	78	97	82
1.981	81	48	90	92	92	79	100	82
1.982	83	50	92	91	91	82	100	82
1.983	83	49	94	90	91	83	100	83
1.984	85	50	95	90	90	83	100	82
1.985	84	51	95	89	89	84	99	83
1.986	84	51	96	89	90	87	99	84
1.987	85	50	96	89	91	87	100	83
1.988	84	56	95	89	90	87	99	83
1.989	84	56	94	89	91	86	99	83
1.990	83	56	95	86	89	85	100	82
1.991	83	87	94	86	88	83	98	83
1.992	87	88	90	86	89	83	97	82
1.993	86	89	88	85	89	83	98	82
1.994	85	89	87	85	92	84	98	81
1.995	85	89	88	84	89	86	96	81
1.996	84	89	88	-	94	88	97	81
1.997	94	89	93	-	94	90	97	82
1.998	95	91	95	-	95	84	96	82
1.999	96	97	89	99	97	93	96	83

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

**Quadre 28. Antenes de satèl·lit als llars en alguns països de l'OCDE (I).
1990-1999**
Valors absoluts en unitats

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1990	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1991	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1992	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	90.000	36.000	n.d.	n.d.
1993	35.000	106.000	6.880.000	107.000	161.000	58.000	100.000	275.000
1994	260.000	151.000	8.320.000	390.000	1.010.000	80.000	100.000	290.000
1995	255.000	211.000	9.525.000	738.000	1.051.000	90.000	479.000	294.000
1996	110.000	435.000	10.300.000	900.000	1.400.000	95.000	660.000	300.000
1997	110.000	600.000	11.030.000	1.130.000	2.470.000	n.d.	760.000	260.000
1998	110.000	930.000	11.550.000	1.066.936	3.270.000	n.d.	n.d.	n.d.
1999	150.000	990.000	12.055.000	1.230.073	3.920.000	110.000	1.800.000	320.000

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1990	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.000.000	2.575.000
1991	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.200.000	4.612.000
1992	n.d.	n.d.	n.d.	310.000	2.400.000	n.d.	3.400.000	6.280.000
1993	665.000	240.000	35.000	361.000	2.980.000	160.000	3.600.000	7.355.000
1994	830.000	260.000	126.000	480.000	3.330.000	190.000	3.800.000	8.328.000
1995	972.000	386.000	153.227	705.000	3.610.000	232.305	4.565.000	9.430.000
1996	960.000	397.000	190.000	700.000	3.880.000	246.311	6.563.000	10.420.000
1997	1.070.000	360.000	260.000	720.000	4.210.000	330.000	8.400.000	11.163.000
1998	1.227.000	340.000	284.500	n.d.	4.450.000	n.d.	13.137.000	13.371.401
1999	1.260.000	380.000	313.000	850.000	4.720.000	390.000	16.035.000	14.818.999

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

**Quadre 29. Antenes de satèl·lit als llars en alguns països de l'OCDE (II).
1990-1999**
Nombre d'antenes per 100 habitants

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1990	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1991	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1992	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2	10	n.d.	n.d.
1993	3	20	85	3	3	16	2	18
1994	26	29	102	10	18	22	2	19
1995	25	40	116	19	18	25	8	19
1996	11	83	126	23	24	26	12	19
1997	11	114	134	29	42	n.d.	13	17
1998	11	175	141	27	56	n.d.	n.d.	n.d.
1999	15	186	147	31	67	30	31	20

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1990	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12	21
1991	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13	37
1992	n.d.	n.d.	n.d.	36	41	n.d.	13	50
1993	83	24	7	41	51	37	14	59
1994	103	26	25	54	57	44	15	67
1995	121	39	30	80	62	53	17	75
1996	119	40	37	79	66	56	25	83
1997	133	36	51	81	71	75	31	88
1998	151	34	55	n.d.	75	n.d.	49	106
1999	154	38	61	96	79	87	59	117

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 30. Cost de la trucada de 3 minuts a la telefonia mòbil fora de l'hora punta. 1990-1999

En \$

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1990	n.d.	8,40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1991	n.d.	8,40	n.d.	n.d.	n.d.	1,17	n.d.	n.d.
1992	n.d.	8,40	n.d.	n.d.	n.d.	1,17	n.d.	n.d.
1993	n.d.	8,40	n.d.	n.d.	n.d.	1,16	0,43	n.d.
1994	0,81	8,40	n.d.	n.d.	n.d.	0,79	0,42	n.d.
1995	0,91	7,50	n.d.	n.d.	0,90	0,74	0,46	n.d.
1996	0,87	7,30	1,11	n.d.	0,70	0,75	n.d.	0,71
1997	n.d.	7,30	1,71	n.d.	0,61	n.d.	n.d.	0,61
1998	0,49	5,85	0,66	n.d.	0,61	n.d.	n.d.	0,32
1999	0,47	5,85	0,63	1,03	0,58	1,24	0,28	0,30

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1990	n.d.	0,62	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1991	16,80	0,65	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1992	16,80	0,83	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1993	16,80	0,69	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1994	15,99	0,67	0,58	n.d.	n.d.	1,24	n.d.	1,36
1995	15,99	0,69	0,65	n.d.	0,83	0,99	n.d.	1,16
1996	15,99	0,68	0,62	n.d.	0,82	0,97	n.d.	0,64
1997	13,65	0,42	0,55	n.d.	0,49	0,63	n.d.	0,57
1998	13,65	0,40	0,53	n.d.	0,59	0,39	n.d.	0,53
1999	7,26	0,38	0,53	n.d.	0,58	0,38	0,30	0,61

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 31. Cost de subscripció a la telefonia mòbil cel·lular. 1989-1999

En \$

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1989	45,29	10,94	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1990	53,41	12,92	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1991	52,27	12,50	n.d.	n.d.	n.d.	40,25	8,78	n.d.
1992	55,52	13,25	n.d.	n.d.	n.d.	42,51	8,84	n.d.
1993	51,86	12,34	n.d.	n.d.	88,28	36,60	6,92	45,77
1994	64,83	12,57	n.d.	38,63	34,22	29,85	6,75	38,46
1995	73,57	14,27	n.d.	37,21	38,06	32,05	7,30	40,46
1996	70,34	13,79	51,96	36,63	23,57	31,99	n.d.	35,55
1997	n.d.	12,11	28,25	31,69	20,66	36,38	n.d.	30,72
1998	28,92	8,95	25,54	0,00	16,78	34,17	n.d.	14,99
1999	27,68	8,59	24,42	25,57	16,04	33,78	2,74	8,20

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1989	n.d.	37,97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1990	n.d.	45,45	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	103,59
1991	33,40	44,84	14,83	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	96,50
1992	35,49	48,14	13,61	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	102,64
1993	33,52	40,42	10,68	10,70	44,10	21,50	43,30	85,43
1994	34,14	39,15	8,03	18,90	44,96	21,60	43,31	76,31
1995	38,68	39,37	10,05	17,52	27,80	24,30	43,31	72,29
1996	18,13	38,57	9,73	18,64	27,50	23,87	n.d.	53,31
1997	15,73	32,79	7,70	16,37	28,64	21,77	n.d.	38,01
1998	15,51	27,58	7,48	0,00	46,37	20,41	n.d.	35,13
1999	18,62	28,65	6,26	13,92	45,16	19,74	29,95	38,62

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 32. Cost de connexió cel·lular. 1989-1999

En \$

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1989	90,59	95,75	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1990	106,82	113,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1991	104,54	109,44	n.d.	n.d.	n.d.	80,51	175,72	n.d.
1992	111,04	115,97	n.d.	n.d.	n.d.	85,03	176,88	n.d.
1993	103,29	107,99	n.d.	n.d.	37,08	73,20	138,52	53,85
1994	129,66	110,05	n.d.	214,61	63,04	74,62	135,19	54,94
1995	147,15	124,94	n.d.	32,56	70,11	80,12	146,10	57,63
1996	140,69	120,71	33,16	32,05	82,49	79,99	154,24	54,86
1997	n.d.	105,98	28,25	27,72	72,30	53,05	139,74	47,40
1998	55,09	104,46	28,38	n.d.	71,53	49,83	137,08	46,63
1999	52,74	100,28	27,14	22,37	68,39	47,29	n.d.	n.d.

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1989	n.d.	58,80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1990	n.d.	64,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	316,32
1991	39,39	64,09	29,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	339,98
1992	41,86	66,66	27,23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	361,62
1993	39,54	55,97	21,36	48,16	88,21	14,10	54,20	411,87
1994	39,39	51,20	16,74	48,60	89,91	14,17	54,20	205,46
1995	44,63	56,25	17,32	52,56	46,34	23,67	54,20	95,68
1996	42,50	55,10	15,56	55,92	45,83	23,25	n.d.	24,82
1997	30,72	48,48	13,77	49,11	57,29	21,20	n.d.	22,31
1998	30,29	n.d.	8,98	n.d.	57,96	26,50	n.d.	20,62
1999	29,00	n.d.	8,58	35,71	56,45	25,64	n.d.	23,70

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 33. Cost de la trucada de 3 minuts a la telefonia mòbil en l'hora punta.
1989-1999

En \$

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1989	1,35	1,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1990	1,60	1,35	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1991	1,56	1,31	n.d.	n.d.	n.d.	1,88	4,18	n.d.
1992	1,66	1,39	n.d.	n.d.	n.d.	1,98	4,21	n.d.
1993	1,55	1,29	n.d.	n.d.	1,93	1,70	3,25	1,45
1994	1,62	1,32	n.d.	1,48	1,83	1,19	3,17	1,48
1995	1,83	1,33	n.d.	1,44	1,50	1,18	3,43	1,68
1996	1,75	1,25	2,57	1,41	2,81	1,19	0,00	1,42
1997	n.d.	1,10	3,26	1,10	2,46	0,00	0,00	1,22
1998	1,23	0,87	2,19	0,00	2,44	0,00	0,00	1,27
1999	1,18	0,83	2,10	1,91	2,33	1,67	2,47	0,98

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1989	n.d.	1,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1990	n.d.	1,24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,93
1991	1,43	1,29	0,53	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,93
1992	1,52	1,61	1,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,05
1993	1,44	1,35	0,91	1,65	1,74	1,48	1,95	2,33
1994	1,39	1,31	1,06	1,67	1,34	1,42	1,95	2,54
1995	1,58	1,34	1,17	1,52	1,94	1,18	1,95	2,12
1996	1,51	1,31	1,11	1,62	1,91	1,16	n.d.	1,19
1997	1,11	1,12	0,98	1,42	1,62	0,71	n.d.	0,82
1998	1,10	0,87	0,89	1,36	1,73	0,63	n.d.	0,76
1999	0,56	0,75	0,71	1,31	1,69	0,61	0,30	0,87

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 34. Taxa de digitalització en alguns països de l'OCDE. 1985-1999

% sobre el total de línies

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1985	2,6	3,7	n.d.	1,8	44,0	n.d.	n.d.	n.d.
1986	8,2	7,0	n.d.	3,3	50,0	n.d.	8,1	n.d.
1987	16,0	11,0	n.d.	5,7	55,0	n.d.	11,9	n.d.
1988	22,0	15,8	n.d.	10,8	60,0	n.d.	17,6	n.d.
1989	28,6	20,7	2,6	19,6	70,0	n.d.	25,3	22,0
1990	37,2	28,0	12,0	28,4	75,0	55,0	33,0	46,0
1991	44,8	33,4	16,0	33,6	79,0	63,0	41,0	52,0
1992	48,2	39,2	25,0	36,4	83,2	68,0	48,4	55,0
1993	54,0	46,0	37,0	41,4	86,4	71,0	56,6	61,0
1994	60,0	53,3	45,0	47,8	89,0	75,0	67,4	68,0
1995	66,8	61,0	56,3	56,7	90,0	79,0	76,6	69,0
1996	73,1	71,0	84,0	67,4	93,0	83,0	85,1	71,0
1997	77,9	86,0	100,0	80,8	96,0	92,0	93,9	72,0
1998	n.d.	100,0	100,0	86,3	97,0	100,0	97,9	89,0
1999	n.d.	100,0	100,0	86,5	98,0	100,0	99,0	n.d.

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1985	n.d.	n.d.	10,7	n.d.	1,2	n.d.	8,9	6,0
1986	n.d.	n.d.	15,2	n.d.	1,6	0,3	15,9	12,0
1987	n.d.	n.d.	19,6	n.d.	9,8	14,0	23,8	15,0
1988	n.d.	2,0	23,7	n.d.	23,1	24,0	30,6	25,0
1989	n.d.	14,0	28,7	n.d.	37,7	32,0	37,2	34,0
1990	11,0	30,0	35,1	38,0	46,9	38,0	43,0	38,7
1991	18,1	45,0	42,4	47,0	54,6	45,0	48,5	48,6
1992	27,0	54,0	50,5	53,9	64,0	50,0	54,8	60,0
1993	35,0	59,0	62,1	67,0	74,9	59,0	62,8	72,0
1994	46,3	62,0	76,8	81,0	82,7	71,0	71,6	84,0
1995	61,0	70,0	89,8	91,0	87,7	82,0	76,2	90,4
1996	72,0	79,4	100,0	96,0	92,6	90,6	80,5	97,0
1997	82,0	88,3	100,0	99,3	100,0	100,0	83,9	100,0
1998	92,1	97,6	100,0	100,0	100,0	100,0	87,8	100,0
1999	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	91,6	100,0

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'ITU (2001).

Quadre 35. Valor de mercat del sector TIC. 1996-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1996	9.633	7.582	82.844	22.954	56.174	3.056	38.192	16.900
1997	10.451	7.899	86.639	23.503	59.822	3.292	40.805	18.251
1998	11.656	8.778	94.758	27.346	67.044	3.779	46.786	20.392
1999	13.121	9.555	104.254	32.574	75.017	4.249	53.896	23.074
2000	14.725	10.610	115.069	38.335	85.311	4.849	61.432	26.278
2001	16.262	11.656	127.123	43.797	95.339	5.455	67.471	29.120
2002	17.610	12.625	138.576	47.608	104.839	5.891	73.071	31.338

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega
1996	7.714	4.651	5.376	12.783	67.912	6.049
1997	8.057	4.816	5.635	13.126	69.854	6.331
1998	9.232	5.843	6.440	14.867	79.286	7.069
1999	10.633	6.455	7.268	16.535	87.756	7.891
2000	12.000	7.440	7.932	18.289	100.219	8.490
2001	12.945	8.112	8.621	20.211	112.125	9.209
2002	13.746	8.824	9.338	22.040	123.049	9.959

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 36. Valor de mercat de las tecnologies de la informació. 1997-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1997	5.127	4.303	42.059	7.290	31.561	1.172	15.264	9.362
1998	5.650	4.776	46.106	8.566	34.674	1.318	16.623	10.251
1999	6.254	5.194	50.738	9.850	38.485	1.466	18.367	11.412
2000	6.923	5.832	55.701	11.189	43.204	1.637	20.660	12.623
2001	7.701	6.466	61.159	12.341	48.588	1.828	22.965	13.958
2002	8.487	7.130	67.405	13.531	54.761	2.032	25.399	15.391
	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega		
1997	3.837	1.286	2.697	7.506	37.251	3.312		
1998	4.181	1.412	2.969	8.557	42.431	3.684		
1999	4.554	1.570	3.328	9.516	47.119	4.138		
2000	5.046	1.789	3.735	10.564	53.106	4.525		
2001	5.490	1.950	4.160	11.729	59.380	5.015		
2002	5.976	2.132	4.613	12.959	66.106	5.535		

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 37. Valor de mercat de las telecomunicacions. 1997-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1997	5.324	3.586	44.580	16.212	28.260	3.198	22.540	8.889
1998	6.006	4.002	48.651	18.780	32.370	2.460	30.162	10.141
1999	6.868	4.362	53.515	22.724	36.533	2.783	35.529	11.662
2000	7.801	4.778	59.368	27.146	42.107	3.211	40.772	13.656
2001	8.561	5.190	65.964	31.457	46.751	3.627	44.505	15.162
2002	9.123	5.495	71.171	34.077	50.078	3.859	47.672	15.947
	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega		
1997	4.220	3.529	2.938	5.620	32.603	3.019		
1998	5.050	4.431	3.471	6.310	36.855	3.385		
1999	6.078	4.885	3.939	7.019	40.637	3.753		
2000	6.954	5.650	4.196	7.725	47.113	3.966		
2001	7.455	6.162	4.461	8.482	52.745	4.195		
2002	7.770	6.692	4.725	9.081	56.943	4.424		

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 38. Computer hardware. 1998-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1998	1.907	1.866	17.912	4.010	9.745	612	5.445	3.585
1999	2.072	1.940	19.296	4.475	10.477	689	5.972	3.886
2000	2.189	2.132	20.464	5.152	11.473	774	6.822	4.086
2001	2.332	2.259	21.690	5.564	12.478	855	7.480	4.368
2002	2.454	2.343	23.017	5.931	13.577	948	8.070	4.621

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega
1998	1.581	677	1.146	3.498	16.045	1.332
1999	1.711	767	1.258	3.739	16.955	1.453
2000	1.890	895	1.393	3.960	18.750	1.480
2001	1.995	958	1.501	4.205	20.327	1.561
2002	2.103	1.019	1.607	4.441	21.772	1.626

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 39. Equipament de comunicacions d'ús final. 1998-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1998	466	384	5.009	1.849	3.701	209	4.440	1.012
1999	726	521	6.500	3.122	5.024	278	6.210	1.491
2000	974	620	8.169	4.207	6.308	333	7.404	1.876
2001	1.185	706	9.831	5.128	7.466	397	8.234	2.185
2002	1.413	799	11.826	6.162	8.759	479	9.249	2.590

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega
1998	581	762	585	936	3.985	417
1999	843	896	694	1.135	5.698	520
2000	1.034	1.100	771	1.351	7.436	629
2001	1.150	1.267	838	1.552	8.931	733
2002	1.252	1.479	900	1.755	10.880	844

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 40. Equipament d'oficina. 1998-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1998	306	203	1.982	553	1.779	158	718	702
1999	310	200	2.029	537	1.740	160	729	726
2000	314	199	2.090	529	1.737	161	744	748
2001	317	198	2.147	525	1.734	164	759	769
2002	321	197	2.206	520	1.735	166	772	791

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega
1998	179	133	122	241	2.029	134
1999	182	135	125	236	2.070	135
2000	185	139	127	234	2.112	137
2001	188	142	129	232	2.153	138
2002	190	145	131	229	2.192	140

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 41. Equipaments de xarxes. 1998-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1998	904	727	7.432	2.473	4.394	301	3.397	1.717
1999	1.108	780	8.426	3.243	4.875	346	3.923	1.940
2000	1.225	891	9.478	3.614	5.813	405	4.540	2.237
2001	1.371	1.021	10.840	4.211	6.665	462	5.017	2.554
2002	1.521	1.138	11.863	4.530	7.514	523	5.418	2.889
	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega		
1998	815	439	653	1.185	6.044	587		
1999	987	378	739	1.281	6.730	692		
2000	1.067	430	856	1.481	7.824	743		
2001	1.170	474	952	1.690	9.200	841		
2002	1.249	580	1.051	1.903	10.505	936		

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 42. Productes de software. 1998-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1998	904	727	7.432	2.473	4.394	301	3.397	1.717
1999	1.108	780	8.426	3.243	4.875	346	3.923	1.940
2000	1.225	891	9.478	3.614	5.813	405	4.540	2.237
2001	1.371	1.021	10.840	4.211	6.665	462	5.017	2.554
2002	1.521	1.138	11.863	4.530	7.514	523	5.418	2.889

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega
1998	815	439	653	1.185	6.044	587
1999	987	378	739	1.281	6.730	692
2000	1.067	430	856	1.481	7.824	743
2001	1.170	474	952	1.690	9.200	841
2002	1.249	580	1.051	1.903	10.505	936

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 43. Serveis telefònics. 1998-2002¹

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1998	4.951	3.215	38.518	14.858	25.569	2.023	23.037	8.157
1999	5.391	3.420	41.226	16.816	28.115	2.245	26.276	9.075
2000	6.052	3.710	44.782	19.919	31.819	2.576	29.775	10.581
2001	6.541	3.981	48.788	22.847	34.898	2.891	32.366	11.649
2002	6.811	4.161	51.528	24.259	36.606	3.002	34.302	11.885
	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega		
1998	3.850	3.294	2.475	4.722	29.130	2.617		
1999	4.472	3.686	2.785	5.207	30.792	2.813		
2000	5.133	4.211	2.894	5.615	34.939	2.915		
2001	5.461	4.527	3.046	6.070	38.353	2.989		
2002	5.638	4.757	3.212	6.379	40.044	3.074		

1. Pel 2001 i 2002, previsió EITO.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 44. Importacions de *hardware* intra-UE i extra-UE. 1996-1999

Milions d'euros

	França	Alemanya	Itàlia	Espanya	Regne Unit	UE
Intra-UE						
1996	7.073.838	7.883.661	7.474.728	2.804.449	8.142.886	49.419.872
1997	7.793.050	8.702.423	5.574.666	3.073.231	10.311.653	59.127.807
1998	9.951.781	11.428.442	6.424.785	3.286.181	12.611.551	71.616.276
1999	10.576.991	15.260.342	7.576.540	4.148.701	13.918.409	83.675.368
Extra-UE						
1996	5.038.439	9.622.203	1.990.737	162.091	10.350.017	42.551.539
1997	5.968.750	11.477.967	1.945.368	1.052.410	13.688.145	52.835.728
1998	5.893.214	12.745.863	2.024.480	1.160.959	15.298.434	62.984.089
1999	5.976.195	14.627.428	2.196.776	1.253.453	17.291.805	71.510.474
Importacions Total						
1996	12.112.277	17.505.864	6.738.465	3.966.539	18.492.903	91.971.411
1997	13.761.800	20.180.389	7.520.034	4.125.641	23.999.798	111.963.535
1998	15.844.995	24.174.305	8.449.265	4.447.140	27.909.985	134.600.365
1999	16.553.186	29.887.824	9.773.316	5.402.154	31.210.213	155.185.842

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 45. Exportacions de *hardware* intra-UE i extra-UE. 1996-1999
 Milions d'euros

	França	Alemanya	Itàlia	Espanya	Regne Unit	UE
Intra-UE						
1996	6.907.383	7310234	3428687	848830	11423052	53006832
1997	7.872.411	8403202	3369094	931105	15186814	68926164
1998	8.949.341	9451678	3552255	1252443	16588158	77413233
1999	8.592.529	10421241	3428423	1483023	18577357	88012909
Intra-UE						
1996	2.917.827	5.276.665	1332610	923732	6042498	24363089
1997	3.209.301	6.009.547	1479634	864286	7757717	29790366
1998	3.377.931	6.347.361	1456175	834980	7115227	32297749
1999	4.330.220	7.087.971	1474529	811896	7336367	46700741
Exportacions totals						
1996	9.825.210	12.586.899	4761296	1772562	17465549	77369921
1997	11.081.712	14.412.748	4848729	1795391	22944532	98716530
1998	12.327.272	15.799.039	4978430	2087424	23703385	109710982
1999	12.922.749	17.509.212	4902952	2294919	25913724	134713649

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001).

Quadre 46. Taxa de "pirateria" de software. 1995-2000

Taxes de variacions

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1995	48	47	42	74	51	71	61	63
1996	38	35	36	65	45	70	55	53
1997	36	32	33	59	44	65	43	48
1998	35	31	28	57	43	56	45	45
1999	36	29	27	53	39	51	44	44
2000	33	26	28	51	40	41	46	40

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1995	47	61	50	54	38	54	26	55
1996	43	53	41	47	34	54	27	41
1997	40	51	38	43	31	46	27	32
1998	38	43	32	38	29	40	25	31
1999	36	47	30	35	26	37	25	31
2000	37	42	29	35	26	35	24	37

Font: Elaboració pròpia a partir de dades del BSA (2001).

Quadre 47. Pèrdues de pirateria de software. 1995-2000

Milers de dòlars de pèrdua

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1995	78.210	82.670	775.898	229.933	537.567	40.640	503.648	275.320
1996	49.197	37.531	497.950	148.823	411.966	45.650	340.784	221.144
1997	51.485	45.787	508.884	167.288	407.900	46.847	271.714	195.098
1998	53.401	42.069	479.367	235.100	425.205	60.986	356.879	195.778
1999	77.372	59.184	652.379	247.650	548.408	117.892	421.434	264.400
2000	53.767	40.076	635.264	168.514	480.604	77.399	421.942	227.595
	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1995	66.994	50.230	80.604	206.332	444.561	96.981	2.940.294	1.648.493
1996	50.267	36.183	36.335	112.498	337.344	103.852	2.360.934	1.190.323
1997	41.620	40.991	37.754	127.051	334.527	104.337	2.779.673	752.598
1998	51.164	36.109	36.126	119.073	464.771	72.452	2.875.185	596.910
1999	66.929	49.920	50.594	131.358	679.506	87.568	3.191.111	975.396
2000	70.748	23.609	39.135	92.889	530.787	64.292	2.632.438	1.666.331

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de la BSA (2001).

Quadre 48. Despesa TIC en percentatge del PIB. 1991-2000
% del PIB

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1991	5,0	5,8	5,0	3,5	5,5	5,0	3,5	6,2
1992	5,3	6,0	5,2	3,8	5,7	5,3	3,6	6,4
1993	5,4	6,3	5,4	3,9	6,0	5,2	3,8	6,5
1994	5,3	5,9	5,2	3,7	5,6	5,6	4,1	6,3
1995	5,3	6,1	5,1	3,7	5,8	5,6	4,1	6,4
1996	5,6	6,3	5,2	4,0	5,9	5,9	4,1	6,6
1997	6,0	6,5	5,6	4,1	6,4	5,7	4,3	7,0
1998	6,4	6,8	5,9	4,2	6,5	5,9	4,5	7,5
1999	6,7	7,3	6,2	4,3	6,6	6,2	4,7	7,7
2000	7,1	7,7	6,7	4,8	7,2	6,2	5,2	8,2

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1991	4,7	3,5	4,3	7,2	6,7	5,3	7,0	5,2
1992	4,9	3,8	4,5	7,5	6,9	5,5	7,2	5,5
1993	5,1	4,0	5,0	8,4	7,3	5,6	7,3	5,2
1994	4,9	4,2	5,3	7,8	7,0	5,3	7,4	5,1
1995	4,7	4,5	5,5	7,6	7,4	5,5	7,6	5,3
1996	5,0	4,8	5,7	7,6	7,6	5,5	7,7	6,4
1997	5,1	5,0	6,0	8,3	7,6	5,7	7,8	7,4
1998	5,4	5,1	6,5	8,5	7,7	6,0	8,0	7,6
1999	5,6	5,2	7,5	8,7	7,9	6,5	8,3	7,9
2000	6,0	5,8	7,5	8,9	8,1	6,5	8,5	8,1

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Eurostat (2001b), l'EITO (2001) i l'OCDE (2001c).

Quadre 49. Importacions TIC. 1996-2000

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia
1996	5.806	2.739	29.879	5.814	18.488	5.362	11.555
1997	6.688	3.052	33.335	6.028	21.352	7.307	12.977
1998	8.934	3.937	45.217	8.738	28.399	10.578	16.151
1999	9.823	4.332	45.899	8.821	26.699	11.374	16.487
2000	10.470	4.320	47.905	9.629	28.983	15.019	16.720

	Holanda	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit
1996	14.383	3.085	1.597	2.608	4.675	26.918
1997	19.875	3.644	1.768	3.185	5.442	32.239
1998	31.129	5.067	2.530	4.132	7.319	41.955
1999	34.163	5.626	2.599	3.491	6.723	42.980
2000	31.182	6.254	2.314	3.884	6.848	48.523

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 50. Exportacions TIC. 1996-2000

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia
1996	4.907	1.828	25.907	3.423	17.038	7.581	7.968
1997	5.545	2.250	29.853	3.501	19.950	11.302	7.888
1998	7.143	2.863	37.676	4.301	26.451	16.529	9.631
1999	7.466	3.171	37.990	4.139	24.566	18.987	8.904
2000	8.865	3.774	44.085	4.747	27.291	22.167	10.277
	Holanda	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	
1996	13.151	1.906	1.142	3.607	5.507	21.884	
1997	18.236	2.306	1.303	4.831	7.053	27.315	
1998	26.501	3.003	1.631	6.571	8.666	39.149	
1999	30.860	3.021	1.703	6.943	10.665	39.591	
2000	26.996	4.577	1.948	9.555	13.556	40.655	

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 51. Balança exterior TIC. 1996-2000

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia
1996	-899	-911	-3.972	-2.391	-1.450	2.219	-3.587
1997	-1.143	-802	-3.482	-2.527	-1.402	3.995	-5.089
1998	-1.791	-1.074	-7.541	-4.437	-1.948	5.951	-6.520
1999	-2.357	-1.161	-7.909	-4.682	-2.133	7.613	-7.583
2000	-1.605	-546	-3.820	-4.882	-1.692	7.148	-6.443

	Holanda	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit
1996	-1.232	-1.179	-455	999	832	-5.034
1997	-1.639	-1.338	-465	1.646	1.611	-4.924
1998	-4.628	-2.064	-899	2.439	1.347	-2.806
1999	-3.303	-2.605	-896	3.452	3.942	-3.389
2000	-4.186	-1.677	-366	5.671	6.708	-7.868

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 52. Cobertura exterior TIC. 1996-2000

Milions d'euros

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia
1996	84,5	66,7	86,7	58,9	92,2	141,4	69,0
1997	82,9	73,7	89,6	58,1	93,4	154,7	60,8
1998	80,0	72,7	83,3	49,2	93,1	156,3	59,6
1999	76,0	73,2	82,8	46,9	92,0	166,9	54,0
2000	84,7	87,4	92,0	49,3	94,2	147,6	61,5
	Holanda	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	
1996	91,4	61,8	71,5	138,3	117,8	81,3	
1997	91,8	63,3	73,7	151,7	129,6	84,7	
1998	85,1	59,3	64,5	159,0	118,4	93,3	
1999	90,3	53,7	65,5	198,9	158,6	92,1	
2000	86,6	73,2	84,2	246,0	198,0	83,8	

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'EITO (2001) i Eurostat (2001b).

Quadre 53. Nombre de sol·licituds de patents per no residents. 1980-1997

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	15.629	5.626	36.186	9.001	33.995	2.355	n.d.	19.268
1981	17.127	6.238	36.675	8.509	36.133	2.649	n.d.	21.717
1982	19.063	6.095	40.151	8.555	36.675	2.676	n.d.	22.246
1983	20.069	6.372	41.194	8.352	38.042	2.527	n.d.	23.769
1984	23.203	7.032	42.888	8.916	41.752	2.721	n.d.	26.894
1985	24.193	7.376	42.973	9.149	42.602	2.614	n.d.	28.062
1986	26.157	7.871	44.667	12.709	44.949	2.678	n.d.	30.292
1987	28.427	7.670	46.863	21.649	47.923	2.846	n.d.	32.760
1988	33.010	9.883	52.231	24.410	53.508	3.174	n.d.	37.530
1989	37.129	9.561	57.768	28.478	59.463	3.494	n.d.	42.110
1990	42.632	34.710	64.236	44.557	66.177	4.001	n.d.	47.343
1991	40.950	34.824	62.240	43.480	63.256	3.794	n.d.	44.701
1992	44.066	38.089	64.353	46.799	66.060	13.893	55.511	47.517
1993	45.082	38.828	63.895	47.812	66.099	35.906	56.130	48.602
1994	48.965	43.251	67.571	51.965	70.155	40.787	59.868	51.981
1995	52.187	46.883	70.946	55.617	73.626	44.660	63.330	55.357
1996	59.099	54.197	79.594	62.891	81.418	52.407	71.992	61.958
1997	84.958	82.996	89.670	86.957	93.962	82.484	88.836	85.402

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	13.348	1.731	2.862	17.208	39.933	4.022	44.120	28.049
1981	15.506	1.843	3.676	19.205	41.458	5.010	46.269	28.256
1982	15.693	1.734	4.013	19.596	42.081	5.040	48.918	27.983
1983	17.196	1.760	4.348	21.146	43.230	5.482	46.923	28.820
1984	19.653	1.756	4.808	24.193	46.706	6.015	52.582	30.497
1985	20.756	1.906	5.271	25.360	47.612	5.796	56.916	30.997
1986	23.013	2.191	5.741	27.715	49.921	5.938	56.946	32.323
1987	25.253	2.258	6.481	29.731	52.598	7.403	65.136	33.076
1988	29.576	2.410	7.505	34.093	59.224	8.531	71.712	36.464
1989	33.547	3.311	8.818	38.402	64.856	8.988	78.704	39.855
1990	38.945	3.541	10.431	43.274	71.504	10.885	84.690	43.419
1991	37.892	3.453	11.148	40.986	68.278	11.545	88.364	44.357
1992	41.212	13.218	12.714	43.598	70.787	13.025	93.274	46.349
1993	42.262	36.915	13.165	43.866	70.809	13.542	89.155	47.575
1994	46.743	41.669	16.925	48.194	74.534	17.347	99.710	50.477
1995	50.446	45.269	20.192	51.449	78.335	20.398	107.964	53.896
1996	57.582	53.060	61.556	58.756	87.209	25.628	111.536	60.390
1997	84.598	82.672	81.554	84.345	99.496	28.955	110.884	66.487

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001a).

Quadre 54. Nombre de sol·licituds de patents dels residents. 1980-1997

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	992	964	30.582	1.876	11.086	394	n.d.	1.995
1981	919	1.085	30.251	1.718	11.057	461	n.d.	2.073
1982	1.022	1.095	31.111	1.646	10.821	434	n.d.	2.093
1983	929	1.167	32.094	1.498	11.278	567	n.d.	2.119
1984	1.010	966	32.438	1.784	11.441	651	n.d.	2.127
1985	935	856	32.708	2.149	12.158	726	n.d.	2.206
1986	975	958	32.741	1.652	12.256	743	n.d.	2.157
1987	770	1.007	32.187	1.741	12.815	719	n.d.	2.337
1988	798	1.197	32.692	1.832	12.627	727	n.d.	2.640
1989	894	1.120	31.888	2.118	12.792	736	n.d.	2.776
1990	912	1.288	30.928	2.260	12.742	734	n.d.	2.646
1991	721	1.088	32.953	2.188	12.746	786	n.d.	1.696
1992	788	1.222	34.587	2.101	12.693	754	7.750	1.859
1993	969	1.171	35.291	2.192	12.807	795	7.723	1.837
1994	859	1.294	37.199	2.171	12.666	820	8.146	1.836
1995	842	1.253	38.675	2.078	12.605	853	276	2.229
1996	892	1.329	42.957	2.308	13.110	805	7.102	2.465
1997	911	1.339	45.105	2.270	13.451	808	n.d.	2.511

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	2.345	92	1.356	4.126	19.710	716	62.098	165.730
1981	2.419	90	1.423	3.954	20.898	714	62.404	191.621
1982	2.266	92	1.638	4.119	20.640	693	63.316	210.897
1983	2.388	91	1.719	4.315	19.977	825	59.391	227.708
1984	2.374	96	1.775	4.012	19.230	961	61.841	256.195
1985	2.351	85	1.727	3.884	19.797	923	63.673	274.348
1986	2.300	77	1.754	3.734	20.195	903	65.195	290.132
1987	2.307	61	1.859	3.578	20.102	884	68.315	310.908
1988	2.274	54	1.981	3.322	20.744	904	75.192	308.775
1989	2.182	86	1.948	3.215	19.932	1.015	82.370	317.353
1990	2.108	101	2.059	3.201	19.474	899	90.643	332.952
1991	2.104	102	2.140	3.208	19.330	933	88.136	335.620
1992	2.147	72	2.067	3.371	18.961	954	92.683	337.577
1993	2.214	93	2.185	3.814	18.806	1.010	100.216	331.840
1994	2.023	105	2.317	4.020	18.465	1.046	107.545	319.344
1995	1.754	82	2.089	4.000	18.705	1.096	124.210	333.770
1996	1.875	87	2.212	4.173	18.257	1.310	107.106	339.045
1997	1.877	72	2.390	4.192	18.010	1.210	119.452	349.211

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001a).

Quadre 55. Nombre de sol·licituds totals de patents nacionals. 1980-1997

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1980	16.621	6.590	66.768	10.877	45.081	2.749	n.d.	21.263
1981	18.046	7.323	66.926	10.227	47.190	3.110	n.d.	23.790
1982	20.085	7.190	71.262	10.201	47.496	3.110	n.d.	24.339
1983	20.998	7.539	73.288	9.850	49.320	3.094	n.d.	25.888
1984	24.213	7.998	75.326	10.700	53.193	3.372	n.d.	29.021
1985	25.128	8.232	75.681	11.298	54.760	3.340	n.d.	30.368
1986	27.132	8.829	77.408	14.361	57.185	3.421	n.d.	32.449
1987	29.197	8.677	79.050	23.390	60.738	3.565	n.d.	35.097
1988	33.808	11.080	84.923	26.242	66.135	3.901	n.d.	40.170
1989	38.023	10.681	89.656	30.596	72.255	4.230	n.d.	44.886
1990	43.544	35.988	95.164	46.817	78.919	4.735	n.d.	49.989
1991	41.671	35.912	95.193	45.668	76.002	4.580	n.d.	46.397
1992	44.854	39.311	98.940	48.900	78.753	14.647	63.261	49.376
1993	46.051	39.999	99.186	50.004	78.906	36.701	63.853	50.439
1994	49.824	44.545	104.770	54.136	82.821	41.607	68.014	53.817
1995	53.029	48.136	109.621	57.695	86.231	45.513	63.606	57.586
1996	59.991	55.526	122.551	65.199	94.528	53.212	79.094	64.423
1997	85.869	84.335	134.775	89.227	107.413	83.292	n.d.	87.913

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1980	15.693	1.823	4.218	21.334	59.643	4.738	106.218	193.779
1981	17.925	1.933	5.099	23.159	62.356	5.724	108.673	219.877
1982	17.959	1.826	5.651	23.715	62.721	5.733	112.234	238.880
1983	19.584	1.851	6.067	25.461	63.207	6.307	106.314	256.528
1984	22.027	1.852	6.583	28.205	65.936	6.976	114.423	286.692
1985	23.107	1.991	6.998	29.244	67.409	6.719	120.589	305.345
1986	25.313	2.268	7.495	31.449	70.116	6.841	122.141	322.455
1987	27.560	2.319	8.340	33.309	72.700	8.287	133.451	343.984
1988	31.850	2.464	9.486	37.415	79.968	9.435	146.904	345.239
1989	35.729	3.397	10.766	41.617	84.788	10.003	161.074	357.208
1990	41.053	3.642	12.490	46.475	90.978	11.784	175.333	376.371
1991	39.996	3.555	13.288	44.194	87.608	12.478	176.500	379.977
1992	43.359	13.290	14.781	46.969	89.748	13.979	185.957	383.926
1993	44.476	37.008	15.350	47.680	89.615	14.552	189.371	379.415
1994	48.766	41.774	19.242	52.214	92.999	18.393	207.255	369.821
1995	52.200	45.351	22.281	55.449	97.040	21.494	232.174	387.666
1996	59.457	53.147	63.768	62.929	105.466	26.938	218.642	399.435
1997	86.475	82.744	83.944	88.537	117.506	30.165	230.336	415.698

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001a).

Quadre 56. Ordinadors a les llars. 1999-2000
% de llars amb PC, % llars utilitzant ordinadors i % del canvi en la taxa de penetració

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
A. PC's als llars								
Desktop	42	59	32	34	29	28	35	66
Laptop	7	11	5	3	5	5	1	18
Palm comp. o similar	3	2	2	2	3	3	2	9
B. El us del PC								
Desktop	31	54	28	27	24	22	26	61
C. Canvi en la taxa de penetració								
1999-2000	9	2,3	1,5	5,6	6,2	1,7	8,4	7,2
	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
A. PC's als llars								
Desktop	32	20	45	56	36	n.d.	51	n.d.
Laptop	7	3	7	11	8	n.d.	n.d.	n.d.
Palm computer o similar	3	2	1	4	6	n.d.	n.d.	
B. El us del PC								
Desktop	30	18	37	50	32	n.d.	n.d.	n.d.
C. Canvi en la taxa de penetració								
1999-2000	1,2	1,6	6,4	-3,8	0,8	n.d.	8,9	n.d.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Eurostat (2001b).

Quadre 57. Ús de Internet als llars. 1999-2000
 % de llars amb connexió a Internet i línia RDSI, % llars utilitzant Internet i RDSI

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
A. Connexió a Internet								
Març-99	8,2	24,6	7,1	5,0	3,9	8,4	6,1	19,6
Abril 2000	20,0	45,0	14,0	10,0	13,0	17,0	19,0	46,0
Oct. 2000	29,2	51,6	27,1	15,7	19,0	35,5	23,7	54,8
B. Utilització de Internet								
Abril 2000	15,0	41,0	11,0	7,0	11,0	14,0	14,0	42,0
C. Connexió amb RDSI								
Abril 2000	4,0	9,0	12,0	1,0	2,0	1,0	3,0	13,0
D. Utilització de la RDSI								
Abril 2000	1,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA ¹	Japó
A. Connexió a Internet								
Març-99	6,8	3,4	17,2	39,6	10,7	n.d.	n.d.	n.d.
Abril 2000	17,0	8,0	28,0	48,0	24,0	n.d.	38,0	n.d.
Oct. 2000	38,0	18,1	43,5	53,8	40,9	n.d.	41,5	n.d.
B. Utilització de Internet								
Abril 2000	16,0	7,0	23,0	43,0	22,0	n.d.	n.d.	n.d.
C. Connexió amb RDSI								
Abril 2000	8,0	1,0	6,0	4,0	4,0	n.d.	n.d.	n.d.
D. Utilització de la RDSI								
Abril 2000	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	n.d.	n.d.	n.d.

1. Agost del 2000.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Eurostat (2001b).

Quadre 58. Nombre de servidor segurs (I). 1998-2000

Valors absoluts en unitats

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
Juliol 98	52	44	492	239	222	56	167	127
Febrer 99	117	73	1.083	367	449	65	306	245
Març 2000	240	210	2.835	619	1.058	177	619	462
Juliol 2000	268	289	3.761	759	1.297	245	795	541

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
Juliol 98	98	27	68	145	714	n.d.	14.674	429
Febrer 99	187	51	128	298	1.259	n.d.	24.532	962
Març 2000	344	89	281	631	3.243	n.d.	47.056	1.946
Juliol 2000	447	116	343	811	4.404	n.d.	65.565	2.900

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Eurostat (2001b).

Quadre 59. Nombre de servidors segurs (II). 1998-2000

Nombre per milió de habitants

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
Juliol 98	5	8	6	6	4	15	3	8
Febrer 99	11	14	13	9	8	18	5	16
Març 2000	24	40	35	16	18	48	11	29
Juliol 2000	26	54	46	19	22	65	14	34
	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
Juliol 98	12	3	13	16	12	n.d.	55	3
Febrer 99	23	5	25	34	21	n.d.	90	8
Març 2000	42	9	54	71	55	n.d.	170	15
Juliol 2000	55	12	66	92	74	n.d.	239	23

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Eurostat (2001b).

Quadre 60. Despesa en I+D a alguns països de l'OCDE. 1991-2000
En % del PIB

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1991	1,62	1,64	2,53	0,84	2,37	0,93	1,23	1,97
1992	1,67	1,68	2,41	0,88	2,38	1,04	1,18	1,90
1993	1,75	1,74	2,35	0,88	2,40	1,17	1,13	1,92
1994	1,74	1,80	2,26	0,81	2,34	1,31	1,05	1,95
1995	1,74	1,84	2,26	0,81	2,31	1,34	1,00	1,99
1996	1,82	1,85	2,26	0,83	2,30	1,40	1,01	2,01
1997	1,83	1,94	2,29	0,82	2,22	1,39	0,99	2,04
1998	1,84	1,92	2,31	0,90	2,18	1,40	1,02	1,95
1999	1,85	2,00	2,44	0,89	2,17	1,42	1,04	2,00
2000	1,86	2,30	2,55	0,89	2,40	1,44	1,05	2,50

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1991	1,47	0,50	2,04	2,79	2,08	1,65	2,72	2,82
1992	1,45	0,61	2,13	3,00	2,09	1,70	2,65	2,76
1993	1,47	0,58	2,17	3,27	2,12	1,73	2,52	2,68
1994	1,54	0,57	2,29	3,35	2,07	1,72	2,42	2,63
1995	1,56	0,57	2,29	3,46	1,98	1,71	2,50	2,77
1996	1,60	0,60	2,54	3,55	1,91	1,68	2,54	2,83
1997	1,69	0,62	2,72	3,67	1,84	1,66	2,57	2,90
1998	1,80	0,65	2,89	3,75	1,83	1,69	2,60	3,04
1999	1,80	0,77	3,19	3,80	1,87	1,70	2,64	3,04
2000	1,83	0,77	3,30	3,85	1,90	1,72	2,70	3,06

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001b).

Quadre 61. Despesa en I+D TIC a alguns països de l'OCDE. 1991-2000
En % del PIB

	Bèlgica	Dinamarca	Alemanya	Espanya	França	Irlanda	Itàlia	Holanda
1991	0,20	0,23	0,35	0,13	0,38	0,22	0,17	0,17
1992	0,22	0,24	0,34	0,12	0,37	0,27	0,17	0,19
1993	0,24	0,24	0,33	0,11	0,36	0,31	0,16	0,22
1994	0,26	0,25	0,31	0,10	0,35	0,36	0,16	0,24
1995	0,28	0,25	0,30	0,09	0,34	0,40	0,15	0,26
1996	0,30	0,26	0,30	0,10	0,33	0,43	0,15	0,27
1997	0,32	0,27	0,30	0,11	0,32	0,46	0,15	0,29
1998	0,34	0,27	0,29	0,11	0,31	0,48	0,14	0,30
1999	0,36	0,28	0,29	0,12	0,30	0,51	0,14	0,31
2000	0,38	0,28	0,29	0,12	0,29	0,53	0,14	0,31

	Àustria	Portugal	Finlàndia	Suècia	R. Unit	Noruega	EUA	Japó
1991	0,08	0,10	0,27	0,57	0,33	0,24	0,51	0,61
1992	0,09	0,10	0,34	0,64	0,32	0,25	0,51	0,61
1993	0,09	0,09	0,41	0,70	0,32	0,26	0,50	0,60
1994	0,10	0,09	0,48	0,77	0,31	0,27	0,50	0,60
1995	0,10	0,08	0,55	0,83	0,30	0,28	0,49	0,59
1996	0,10	0,09	0,73	0,89	0,30	0,29	0,53	0,62
1997	0,10	0,09	0,91	0,94	0,30	0,30	0,58	0,65
1998	0,09	0,10	1,09	1,00	0,30	0,31	0,62	0,68
1999	0,09	0,10	1,27	1,05	0,30	0,32	0,66	0,71
2000	0,09	0,10	1,38	1,10	0,30	0,33	0,70	0,75

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'OCDE (2001b).