

# Coneixement, creixement i política econòmica

Cap a una nova política econòmica  
del coneixement

Jordi Vilaseca i Requena  
Joan Torrent i Sellens

P03/08058/01265



# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Objectius</b> .....	6
<b>1. La nova economia de la innovació</b> .....	7
1.1. La funció de producció .....	7
1.2. Interpretació econòmica del progrés tecnològic .....	10
<b>2. Innovació i creixement econòmic</b> .....	13
2.1. Els models neoclàssics de creixement .....	13
2.2. Interpretació de les teories neoclàssiques del creixement econòmic .....	14
2.3. Nous intents de quantificar l'impacte de la tecnologia digital sobre el creixement econòmic .....	16
<b>3. Tipologies de models de creixement econòmic endogen</b> .....	18
3.1. Models de <i>learning by doing</i> .....	20
3.2. Models de capital humà .....	24
3.3. Conclusions .....	27
<b>4. TIC i productivitat: aclarint la paradoxa</b> .....	30
4.1. Les TIC en l'explicació del creixement de la productivitat dels Estats Units .....	31
4.2. El cas dels països de l'OCDE .....	36
4.2.1. La contribució de les TIC a la dependència del capital .....	37
4.2.2. Contribució del sector TIC i dels sectors intensius en els usos TIC a l'avenç del creixement econòmic .....	39
4.3. Conclusions .....	40
<b>5. Cap a una nova política econòmica del coneixement</b> .....	44
5.1. El pla Info XXI .....	44
5.2. Catalunya en xarxa .....	46
5.3. Cap a una política d'informació integral i coordinada .....	47
<b>Resum</b> .....	50
<b>Bibliografia</b> .....	51



## Introducció

Si actualment l'activitat econòmica es caracteritza per la incorporació massiva del coneixement a la producció, la distribució i el consum, és lògic pensar que un dels factors explicatius dels creixements de productivitat i de competitivitat és la innovació. Per diverses raons. Primera, perquè la innovació, per definició, consisteix en l'aplicació econòmica de tot tipus de coneixement amb l'objectiu de generar nous productes i/o millores del procés i/o de l'organització empresarial.

Podem afirmar que l'aplicació econòmica del saber (o economia del coneixement) és sinònim d'economia de la innovació, en el sentit que totes dues basen el desenvolupament productiu en l'aplicació econòmica d'un recurs: el coneixement.

Segona, perquè l'entorn competitiu, amb una producció i una demanda global i canviant, fa de les estratègies competitives basades en la innovació un recurs indispensable en la cursa cap a la maximització de beneficis. Altres estratègies de competència, com la diferenciació en costos o els salaris baixos, poden no ser adequades en l'entorn competitiu global.

I tercera, perquè el cercle virtuós entre l'ús de les TIC i les capacitats del treball en xarxa es fa més evident quan la intenció perseguida és l'aplicació de coneixement a l'activitat econòmica.

Per a tractar d'aquesta idea de la nova economia desenvoluparem dos arguments:

- 1) En el primer veurem les diferents interpretacions sobre el procés d'innovació i com la progressiva consideració econòmica de tot tipus de coneixement ha alterat aquestes visions.
- 2) En el segon argument, però, analitzarem detalladament les vinculacions entre inversió en coneixement (o sigui, innovació) i productivitat, o el que és el mateix a llarg termini, entre inversió en coneixement i creixement econòmic.

## Objectius

En aquest mòdul veurem com el coneixement s'ha configurat com un dels elements clau de l'explicació del creixement de productivitat i competitivitat de persones, empreses i economies. Aquest fet explica la necessitat de desenvolupar nous instruments de política econòmica que incentivin la generació, l'aplicació i la redistribució econòmica del coneixement. En concret, els objectius pedagògics d'aquest mòdul són:

- 1.** Estudiar la nova interpretació econòmica dels processos d'innovació.
- 2.** Veure com la innovació tecnològica es configura com la font bàsica de creixement econòmic a llarg termini.
- 3.** Analitzar les relacions entre l'aplicació econòmica del coneixement i el creixement econòmic.
- 4.** Estudiar la política econòmica del coneixement.

## 1. La nova economia de la innovació

Sovint, l'economia vincula estretament el creixement econòmic a llarg termini amb la innovació tecnològica. Ja hem vist que aquesta associació d'idees respon al bagatge teòric i empíric que els economistes clàssics i moderns ens han deixat sobre la qüestió.

El punt de trobada entre els diferents corrents ens diu, lògicament, que el creixement econòmic té un doble fonament: l'acumulació de factors productius, com el capital i el treball, i la innovació en l'activitat econòmica, o sigui, el progrés tecnològic.

Les fonts d'aquests fets són dues. Primera, **la inversió i la rendibilitat** d'aquesta inversió són els fonaments de l'acumulació de factors. Segona, **la inversió i la difusió del coneixement** són els fonaments del progrés tecnològic.

Ara bé, no sempre hi ha hagut consens en l'explicació de les fonts del creixement econòmic. Més aviat al contrari. El paper de la innovació tecnològica en els models de creixement econòmic ha estat objecte d'un intens debat acadèmic, que s'ha prolongat durant tota la segona meitat del segle XX i que amb la irrupció de les tecnologies digitals ha pres un renovat impuls. Abans, però, d'analitzar el conjunt de desenvolupaments moderns que ens han conduït a la visió actual de la innovació, ens aturarem breument per a explicar l'eina bàsica d'anàlisi d'aquesta branca de l'economia: la funció de producció.

### 1.1. La funció de producció

És evident que la quantitat d'*output* d'una economia està vinculada a l'oferta disponible de capital i de treball. Tot sovint, aquest tipus de relació s'expressa a partir d'una **funció de producció agregada** del tipus  $Y = F(K,L)$ , que 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'aquesta funció agregada, que integra el conjunt de funcions de producció individuals, la interpretació més freqüent és la **del flux màxim de producció, associat a quantitats determinades de capital i treball**, que poden presentar o no possibilitats de substitució entre si.

Habitualment utilitzem una forma funcional que ens permet d'assolir una determinada quantitat d'*output* ( $Y^*$ ) emprant diverses combinacions de capital i treball. Aquestes possibilitats de substitució es poden representar tal com s'expressen en la figura següent. En aquesta figura, la corba AB –que

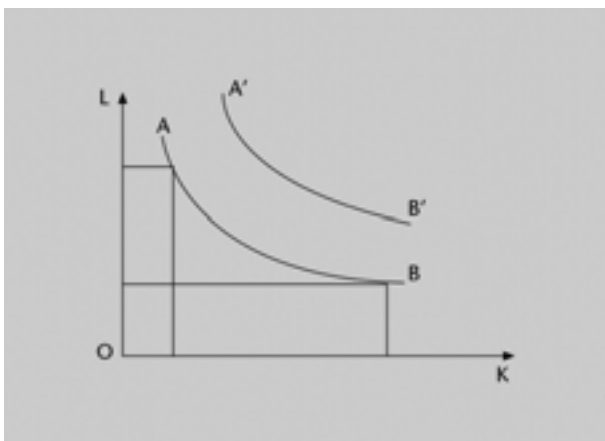
Vegeu l'apartat dedicat a la funció de producció en la web de l'assignatura.

WEB

en el context microeconòmic s'anomena *issoquanta*– indica les diferents combinacions possibles de capital i de treball 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* assolit 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 d'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 1. La funció de producció contínua



La forma contínua de la funció de producció agregada ens permet d'analitzar l'efecte sobre la producció agregada d'un increment marginal en el capital o el treball.

Definim el *producte marginal del treball* com el producte addicional generat per un augment en la força de treball, mentre que l'estoc de capital es manté constant. De la mateixa manera, el *producte marginal del capital* és el producte addicional generat per un augment en l'estoc de capital, *ceteris 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 del 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, és a dir,  $\delta Y / \delta K$ . En aquest sentit, i atesa la continuïtat de la funció de producció, podem establir un conjunt de supòsits:

1) **El primer supòsit és el dels productes marginals del capital i del treball positius.** Un increment del capital o el treball sempre farà créixer el flux de producció. En termes matemàtics,  $\delta Y / \delta L > 0$  i  $\delta Y / \delta K > 0$ .



2) **El segon supòsit és el de la 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'*output* generen 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. En termes matemàtics,  $\delta^2 Y / \delta L^2 < 0$  i  $\delta^2 Y / \delta K^2 < 0$ . 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 contínua de producció es dona per a qualsevol nivell de producció.

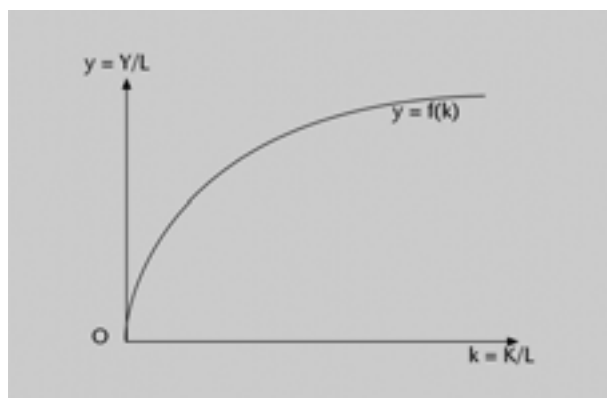
3) **El tercer supòsit és el dels rendiments constants a escala.** Una funció de producció és linealment homogènia, és a dir, està subjecta a rendiments constants a escala, si multiplicant el capital i el treball per un nombre positiu, el producte obtingut queda multiplicat pel mateix nombre. En termes matemàtics,  $F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) = \lambda Y$  per a tota  $\lambda > 1$ .

Per exemple, si dupliquem l'estoc de capital i treball d'una economia, el flux de producció agregat també es duplica. 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, alhora que es manté constant la quantitat dels altres factors. Els rendiments constants a escala es refereixen al cas en què tots els factors augmenten en la mateixa proporció. El fet dels rendiments constants a escala permet de dur a terme una simplificació important i substancial de la funció de producció agregada, ja que es pot expressar de manera *intensiva*, és a dir, *per treballador o per càpita*. Si utilitzem l'argumentació dels rendiments constants i multipliquem la funció de producció agregada per  $\lambda = 1/L$ , obtenim  $Y/L = F(K/L, 1)$  o, el que és el mateix,  $y = f(k)$ . Aquesta expressió simplement ens diu que el producte per treballador depèn del capital per treballador.

4) **El quart supòsit és que sense factors no hi ha producció.** Si no s'utilitza capital o treball, no es pot produir cap quantitat de producte. En termes de les nostres equacions i tenint  $y = f(k)$ , si  $k = 0$  aleshores  $y = 0$ .

A partir d'aquests quatre supòsits ja estem en disposició de representar gràficament la funció de producció agregada per treballador.

Figura 2. La funció de producció agregada per treballador



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 de representar 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 el pendent de la corba és positiu, mentre que el segon ens permet d'afirmar que el 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 s'ha utilitzat molt en els models de creixement amb presència d'innovació tecnològica, que començarem a veure seguidament.

## 1.2. Interpretació econòmica del progrés tecnològic

Abans d'entrar en la interpretació de les teories modernes del creixement econòmic, es fa necessària la descripció d'un darrer element important. Es tracta de la representació econòmica del progrés tecnològic.

El primer punt de partida són els **models d'un sol bé**, on l'únic efecte possible del progrés tècnic, a causa de les quantitats de treball i capital, és permetre que es produeixi més d'aquest bé. Com assenyalava un dels principals teòrics del canvi tècnic, Wilfred Salter,

“la característica comuna de tots els avenços tecnològics és que condueixen a una nova funció de producció, que és superior a les predecessores en el sentit que requereix menys d'un o més factors productius per a produir una quantitat determinada de producte.”

En termes de la nostra funció de producció per treballador, la incorporació del progrés tècnic significa un desplaçament cap amunt de la funció de producció.

A la figura següent, 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 entre capital i treball, excepte quan són zero, es produeix més *input* per treballador que en la situació inicial.

### Referències bibliogràfiques

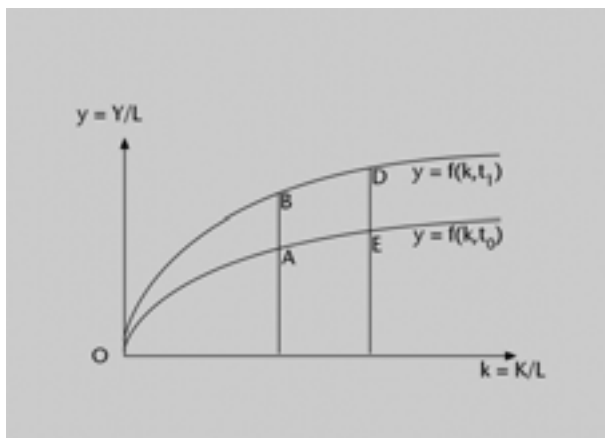
Trobareu una detallada explicació econòmica de les tecnologies de la producció a:

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

**J. Schmookler** (1966). *Invention and Economic Growth*. Massachusetts: Harvard University Press.

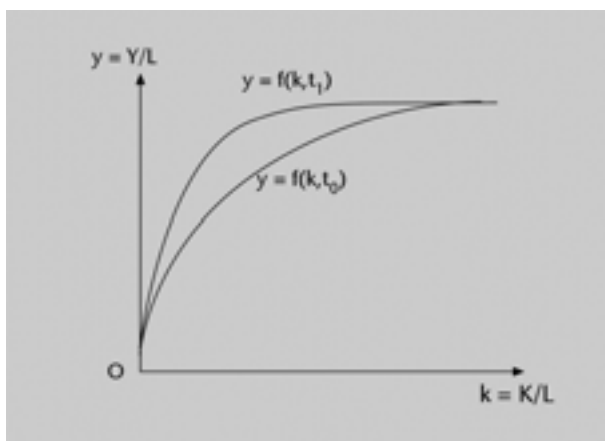
**A.B. Atkinson; J.E. Stiglitz** (1969). “A new View of Technological Change”. *Economic Journal* (pàg. 573-578).

Figura 3. El canvi tècnic i la funció de producció



Tot i que aquesta és la representació que més s'utilitza per al canvi tècnic i la seva repercussió en la funció de producció, alguns autors, com Atkinson i Stiglitz, assenyalen que no hi ha raons per a 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 nombre elevat de diferents processos productius, la representació dels quals s'aproxima a una corba contínua. D'aquesta manera, el canvi tècnic en alguns dels diferents processos de producció no ha d'afectar necessàriament els altres processos i, per tant, l'efecte del progrés tecnològic seria un **desplaçament parcial** i no total de la funció de producció per treballador, com es pot veure en la figura següent.

Figura 4. 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  $Y = F(K, L, t)$ . Aquesta equació difereix de la funció de producció agregada analitzada més amunt 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  $y = f(k, t)$ .

Tot i que aquestes dues equacions són les formes funcionals més generals de la funció de producció agregada i per càpita en presència de progrés tecnològic, la literatura econòmica ha emprat sovint 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.

El progrés tècnic fa com si els factors de producció haguessin augmentat.

Seguint amb aquesta idea, molts models de creixement senzills incorporen el progrés tècnic suposant que augmenta l'eficiència del capital i el treball a una taxa proporcional constant i exògena.

Òbviament, aquest supòsit ha estat sotmès a fortes crítiques orientades bàsicament en dues direccions: **la baixa consistència del creixement constant** i la seva **consideració exògena**.

**Com assenyala Schmookler,**

“poques idees amb tant d'atractiu des d'un punt de vista intuïtiu han tingut tan poc fonament lògic o empíric.”

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.

Després de fer, doncs, les apreciacions necessàries sobre la funció de producció i sobre la interpretació econòmica del canvi tècnic, ja estem en disposició d'analitzar les vinculacions entre la innovació i el creixement econòmic.


## 2. Innovació i creixement econòmic

### 2.1. Els models neoclàssics de creixement

El punt de partida obligat en l'estudi de la **teoria moderna del creixement econòmic** el determinen dos treballs seminals de Robert Merton Solow (1956 i 1957), pels quals anys més tard se li concediria el premi Nobel d'economia.

En el primer d'aquests treballs l'autor proposa un model explícitament dinàmic de l'evolució d'una economia, que va acabar establint les bases del marc analític per al desenvolupament de la **teoria neoclàssica del creixement** i, per què no dir-ho, d'una bona part de la macroeconomia moderna. El mateix any T.W. Swan (1956) va presentar un treball similar, per la qual cosa aquest model de creixement és coneix com el **model de Solow-Swan**.

En el segon treball Solow utilitza una funció de producció agregada per a avaluar els registres del creixement econòmic dels Estats Units entre el 1909 i el 1949, i estableix 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 en els models.

En conclusió, segons aquesta tipologia de models, la taxa de creixement de la renda per càpita en un equilibri a llarg termini està determinada pel **ritme d'avenç del progrés tecnològic**, independentment dels altres paràmetres del sistema. 

Aquesta conclusió té dues implicacions importants:

- 1) En primer lloc, els canvis en la política econòmica, mitjançant les variables que determinen el model, augmenten les taxes de creixement del producte per càpita però només de manera temporal, és a dir, al llarg de la trajectòria d'equilibri fins al nou estat estacionari.
- 2) 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.



**Robert M. Solow**

Premi Nobel d'economia l'any 1987 per la seva anàlisi sobre el creixement econòmic.

Els canvis derivats de la política econòmica només poden generar efectes de nivell, ja que els efectes sobre la taxa de creixement són transitoris, pel fet que el pendent només està determinat pel progrés tecnològic.

Altres conclusions importants, els increments de la inversió i la moderació de les taxes de creixement de la població, permeten una acumulació de capital per treballador més elevada i, per tant, increments del 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.

## 2.2. Interpretació de les teories neoclàssiques del creixement econòmic

Acabem de veure que, segons els models neoclàssics de creixement, només hi ha augments sostinguts de l'activitat econòmica amb presència de progrés tecnològic. Sense aquest progrés, 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 increments consegüents del producte per càpita, causats per les mateixes millores tecnològiques i per l'acumulació addicional del capital que fan possible. Fins i tot abans que es fessin públics els treballs seminal de Solow, els economistes ja havien començat a acumular evidència empírica que suggeria que

l'experiència del creixement econòmic durant la part final del segle XIX i la primera meitat del segle XX no podia llegir-se únicament a partir d'un augment de la dotació de factors productius utilitzats.

Aquests resultats posaven clarament en crisi la visió tradicional sobre el paper central del capital en el creixement econòmic. A més, van motivar gran quantitat de treball, empíric i teòric, que volia aclarir la naturalesa i quantificar la importància dels factors explicatius de l'augment del producte per càpita. Amb aquests precedents Solow parteix d'una funció de producció agregada, que compleix els requeriments detallats en la secció anterior i és del tipus  $Y = A(t) f(K,L)$ , 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 en la renda nacional, arribem a l'expressió bàsica de la **comptabilitat del creixement**. És a dir,

$$Y'/Y = A'/A + \alpha(K'/K) + (1-\alpha)(L'/L).$$

### A mitjan dècada...

... dels cinquanta, un conjunt de treballs, com els de Schmookler (1952), Fabricant (1954), Kendrick (1956) i Abramovitz (1956), contrastats per al cas de l'economia del Estats Units, indicaven que més de la meitat 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*.

És important recordar que aquesta expressió té la seva rèplica en termes intensius. De fet, la hipòtesi de rendiments constants a escala ens permet d'expressar l'equació anterior com a  $y'/y = A'/A + \alpha(k'/k)$ . L'única magnitud no observable d'aquesta expressió és  $A'/A$ , de manera que, per diferència, podem calcular la contribució del progrés tècnic a l'augment de la renda per càpita. Aquest exercici és el que va fer Solow amb l'economia dels Estats Units 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  $\alpha$  (o sigui, la participació del capital en 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 Estats Units entre els anys 1909 i 1949 va ser del 87,5% del total.

De fet, el càlcul és:

$$(A'/A) / (y'/y) = [(y'/y) - \alpha(k'/k)] / (y'/y) = [(1,8\% - (0,33 * 0,68\%)] / 1,8\% = 0,875.$$

Aquests sorprenents resultats i altres de similars van plantejar l'interrogant als investigadors de quins eren els fonaments d' $A$ . Per construcció, aquest factor residual era molt ampli. De fet, en el seu article Solow 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 entorn del fet que el que capturava bàsicament aquest factor residual,  $A$ , eren els efectes del progrés tecnològic. 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 Estats Units des del 1870 també era concludent a l'hora de trobar les fonts d'aquest creixement. En cap cas no es fonamentava en l'estoc de capital físic ni en l'oferta de treball.

L'autor recull amb vehemència la sorpresa d'aquesta investigació. "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 fins i tot desmotivar, els 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".

Però la seva conclusió final sobre el que representa  $A$  seria tota una premonició: "La contribució de l'augment en l'estoc de capital i coneixement".

De fet, l'augment de la dotació d'aquest saber útil s'atribueix a dues coses:

- 1) En primer lloc, a la inversió de recursos en investigació, educació i similars i,
- 2) en segon lloc, considera un efecte secundari, resultat d'altres activitats humanes.

### L'equació...

... ens diu que el creixement de la producció és igual a una mitjana ponderada del creixement del capital i el treball més la taxa de creixement del progrés tecnològic. De fet, el terme  $A'/A$  es coneix normalment com el creixement de la *productivitat total dels factors* (o també el creixement de la productivitat múltiple dels factors).



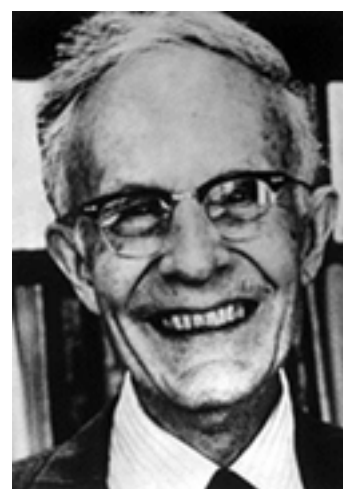
**Moses Abramovitz  
(1912-2000)**

El seu article del 1986 "Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind" actualment és la segona obra més citada de totes les que ha publicat el *Journal of Economic History*. La passada tardor es va publicar el capítol "American Macroeconomic Growth in the Era of Knowledge-Based Progress: The Long-Run Perspective", que va escriure juntament amb un altre autor en el volum III de *The Cambridge Economic History of the United States*.

Aquesta interpretació del creixement econòmic basat en la tecnologia es va fer molt popular entre els investigadors, entre altres coses perquè enllaçava amb el pensament dels economistes clàssics.

Tot i això, de seguida van sorgir altres interpretacions d'aquest factor residual, que van tornar a destacar la importància de l'acumulació dels factors (o la seva mala mesura) i, consegüentment, el paper cabdal del procés d'estalvi i d'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 que cal considerar és la de **Schultz (1961)**, que per primera vegada va destacar la importància de la inversió en **capital humà**. Segons aquest autor, la infravaloració dels factors productius en l'explicació del creixement econòmic s'explica pel fet que quan mesuram el treball per hores treballades o pel volum 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 establir les bases del que més tard s'anomenaria la *teoria del creixement econòmic endogen*, a banda de preguntar-se, per primera vegada, per les fonts del progrés tecnològic, que ja no era considerat com una cosa caiguda del cel. La resposta, que passa, entre d'altres, per la inversió en R+D i la importació de tecnologies i, per tant, permet de considerar 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**.



El professor Schultz és el pare de la teoria moderna del capital humà. Premi Nobel d'Economia juntament amb A. Lewis el 1979.

### 2.3. Nous intents de quantificar l'impacte de la tecnologia digital sobre el creixement econòmic

Hem vist que l'aparició d'aquest factor residual va portar els economistes a tornar-se a preguntar per la **riquesa de les nacions**. Després de les aportacions inicials de Solow i altres economistes, durant els darrers quaranta anys han aparegut un volum important d'estudis que han intentat de quantificar les fonts del creixement econòmic.

Dues bones aproximacions, centrades en el problema que ens interessa, són les de **Denison (1985)** i **Jorgenson (1987)**.

Les dues aproximacions ens suggereixen dos elements, relacionats amb les interaccions entre els factors productius i el progrés tecnològic:

1) Primer, el factor residual atribuït a l'acumulació de coneixements resultants de la investigació amaga segurament elements de *learning by doing* ('aprenentatge basat en la pràctica') en la utilització dels factors productius.

Els resultats de les investigacions de Denison (1985) i Jorgenson (1987) es poden consultar en la web de l'assignatura.

WEB



2) Segon, es fa evident la dificultat de separar les contribucions del capital de les del progrés tecnològic.

En resum, aquests exercicis han intentat de 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 coneixements.

Càlculs més recents, com els de Charles I. Jones (1998), confirmen la importància de la productivitat total dels factors a l'hora d'explicar el creixement econòmic.

Vegeu en la web de l'assignatura els càlculs de Charles I. Jones (1998).



### 3. Tipologies de models de creixement econòmic endogen

Acabem de veure com les teories sobre el creixement econòmic de caire neoclàssic presenten una modelització del progrés tecnològic com una cosa exògena i no costosa que porta a conclusions difícils d'assumir. 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 en relleu les dificultats de trobar instruments de política econòmica per a influir en la taxa de creixement a llarg termini. Tot i això, els investigadors d'aquesta branca de les teories del creixement són conscients que la consideració d'exogeneïtat no era res més que una simplificació, molt notable, de la realitat. Per a apropar-nos als factors rellevants de la determinació del creixement econòmic es fa necessari canviar la hipòtesi de la determinació exògena del progrés tecnològic per la consideració **d'una taxa de progrés tecnològic que es determina endògenament.**

L'especificació del progrés tecnològic en els models endògens de creixement econòmic s'expressa sovint 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 dins del model; o sigui, és endògena.

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 **models de capital humà**.

Els **models de *learning by doing*** es caracteritzen pel fet que els increments de productivitat són un resultat derivat d'altres activitats. Dit d'una altra manera, el progrés tècnic és el resultat gairebé accidental d'altres accions econòmiques, per la qual cosa no ens plantegem ni el finançament ni la distribució dels beneficis. Aquest fet té una doble motivació: els rendiments creixents generats per l'ús intensiu del coneixement i l'experiència acumulada en les activitats normals de producció i d'inversió.

En canvi, en els **models de capital humà** el progrés tecnològic és el resultat directe de la inversió dels agents econòmics en formació i investigació, per la qual cosa és un procés costós. En aquest context, el creixement econòmic té com a principals fonts la dotació actual de coneixement i el volum de recursos invertits en formació i/o en recerca i desenvolupament.

Una diferència important d'aquestes dues famílies de models endògens és el fet que el progrés tecnològic i l'acumulació de capital són **complementaris** en els models de *learning by doing* i, en canvi, són **substitutius** en els models de capital humà. De fet, en els models d'aprenentatge basat en la pràctica es torna a presentar el problema de la dificultat de separació entre l'acumulació de capital físic i el progrés tecnològic que ja teníem en els models exògens. En canvi, en

#### Models endògens

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 a extensions del model neoclàssic de creixement exogen. Tanmateix, la importància i el reconeixement adquirits per aquests models, i l'obtenció de conclusions clarament diferenciades dels anteriors, en justifiquen el tractament diferenciat.

#### Capital humà

Els economistes de l'Escola de Chicago, cap a la dècada dels cinquanta, van ser els primers a utilitzar aquest terme per a descriure el fet que la força de treball pot augmentar la capacitat productiva a còpia de nivells baixos de renda i fer inversions en salut i en alimentació, i també en educació a mesura que la renda per càpita creix.

els 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, però bé que també insisteixen en el paper central de l'estalvi i la necessitat d'avaluar les decisions individuals d'inversió que s'estableixen sobre el procés d'acumulació de factors.

En resum, veurem com aquestes consideracions alternatives porten a conclusions clarament diferenciades de les obtingudes en els models exògens, sobretot pel que fa a la **sostenibilitat del creixement**, però també, tot i que ara 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 que algunes de les idees centrals dels models endògens de creixement, com per exemple el paper de l'educació, ja preocupaven els 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 força. La manca d'instrumental analític, tant d'aparell formal com de mitjans tècnics i informàtics, la preocupació dels economistes per altres objectes d'estudi i el desenvolupament de les investigacions de comptabilització del creixement d'arrel neoclàssica, van congelar les tesis endògenes fins ben entrada la dècada dels vuitanta. Només quan s'ha formalitzat correctament **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 tornat a vehicular cap a l'estudi de les fonts del creixement econòmic, 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.

En aquest sentit, al principi de la dècada dels setanta un importantíssim article del premi Nobel d'economia, **Robert E. Lucas (1972)**, va vehicular l'interès de l'Acadèmia per la investigació de les hipòtesis d'expectatives racionals, i dels models basats en problemes d'informació, cosa que va representar 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 de la renda nacional, 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

#### L'esmentada diferència...

... de conclusions respecte de les obtingudes en els models exògens 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, i el fet que hi hagi rendiments creixents, determinen clarament les conclusions normatives que s'extreuen de la seva anàlisi.

de progrés tècnic versus activitats de consum immediat. En tot cas, per a determinar les accions que s'havien de dur a la pràctica calien models que no determinessin només les fonts del creixement econòmic, sinó que també quantifiquessin els costos i els beneficis de les polítiques alternatives.

La visió endògena del creixement esdevindrà el principal instrument analític de la innovació i els models de *learning by doing* i de capital humà en l'aparell d'anàlisi econòmica de la innovació informal i de la innovació formal.

### 3.1. Models de *learning by doing*

Ja hem avançat que la primera generació de models formals de creixement econòmic endogen es remunta al final de la dècada dels cinquanta i principi 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 mitjançant l'aprenentatge porta, a la llarga, a un increment de productivitat.

Com a conseqüència d'aquesta idea, la seva translació als models de creixement es vehicula mitjançant el 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 van desenvolupar aquesta idea, va donar a aquests models la denominació de models *learning by doing*. La seva aportació es va convertir en tot un punt de partida per a la resolució del dilema del residu de Solow i la utilitat de l'anàlisi econòmica del progrés tecnològic:

“Una visió del creixement econòmic que depèn en tanta mesura d'una variable exògena és notòriament insatisfactòria des del punt de vista intel·lectual i, més encara, si es tracta d'una variable tan difícil de mesurar 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.”

L'extensió d'aquest tipus de model al conjunt de l'economia ja la va plantejar el mateix Arrow mitjançant la relació entre **l'adquisició de coneixements**, l'aprenentatge basat en la pràctica, en l'experiència, i **la inversió**: “Cada nova



El professor Kenneth J. Arrow, Premi Nobel d'Economia del 1972, juntament amb John R. Hicks és un dels pares del creixement econòmic endògen.

màquina que es produeix i es posa en funcionament és 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 endavant, és el fet que l'estoc de coneixements té **característiques de bé públic**. O sigui, que una vegada desenvolupada una nova tecnologia, s'escampa al conjunt de l'activitat econòmica, sense que es pugui evitar. Aquest fenomen es coneix en la literatura del creixement econòmic com els *knowledge spillovers*. De fet, aquesta literatura amplia els resultats anteriors i, amb la utilització dels programes d'optimització dinàmica del consum, arriba a la conclusió següent:

En el model d'economies d'escala de l'aprenentatge, a la pràctica la taxa de creixement en l'estat estacionari depèn, entre d'altres, d'un element nou: la població. És a dir, augments de població superiors, amb igualtat d'altres variables, provocarien increments superiors del creixement de la renda per càpita.

És obvi que aquest resultat ha generat polèmica, perquè trenca amb una de les principals conclusions dels models exògens. A la literatura sobre el creixement econòmic trobem arguments 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, mitjançant l'expansió del coneixement. Per diverses raons:

- 1) Primer, hi ha el fet que els països –base territorial de les estadístiques oficials– no han de coincidir necessàriament amb l'àrea territorial on s'escampa el coneixement. De fet, aquest argument ha comportat l'aparició d'una important literatura sobre els efectes territorials –regionals– del progrés tecnològic.
- 2) Segon, i tal com demostra Kremer (1993), el plantejament d'un horitzó temporal molt més dilatat podria ratificar la visió de l'expansió del coneixement.
- 3) I tercer, com demostra un altre historiador important, North (1981), un dels pilars del creixement econòmic modern és el desenvolupament dels drets de propietat intel·lectual, que garanteix l'apropiació dels guanys de la innovació.

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 tre-

ballador. Aquesta hipòtesi, generalment, s'ha incorporat 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.

Tot i això, aquesta nova hipòtesi tecnològica planteja, almenys, dos inconvenients importants:

a) 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.

b) El segon, que amb presència de rendiments creixents les empreses tenen clars incentius per a afrontar una guerra de preus, amb l'objectiu d'expulsar els rivals. Com destaca la literatura de la competència monopolística, els rendiments creixents són una de les principals motivacions. Per tant, els rendiments creixents i la condició d'agents econòmics preu acceptants no són consistents, cosa que requereix modelitzacions més complicades, difícils d'inserir en l'anàlisi de sistemes dinàmics amb trajectòria d'equilibri.

#### Lectura recomanada

Una concisa descripció dels graus de competència imperfecta és la de J. Tugores (1994, desembre). "Grados de competencia imperfecta, localización industrial y comercio internacional". *El Trimestre Económico* (pàg. 585-601).

El punt de partida d'aquests models és la suposició que els rendiments creixents apareixen mitjançant els 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 en l'àmbit agregat. D'aquesta manera, és possible analitzar la hipòtesi de rendiments creixents sense incloure-hi dificultats addicionals.

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.

#### La funció de producció agregada: els rendiments creixents

La funció de producció agregada té aquesta forma funcional:

$$Y = \Phi K^\alpha (AL)^{1-\alpha} = \Phi AL\tilde{K}^\alpha, \text{ on } \tilde{K}(= K/AL)$$

És la relació capital/treball en unitats d'eficiència.

Igual que en el 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  $\Phi$  recull l'externalitat positiva associada al capital. De fet, suposarem que cada agent econòmic percep  $\Phi$  com una constant exògena i, per tant, que no n'influeix les accions, si bé depèn

de la ràtio agregada entre el capital i el treball mitjançant una funció que mesura el grau d'externalitat ( $\mu$ ) 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  $\Phi = \bar{K}^\mu$ . Si combinem les dues expressions obtingudes d'aquest model i ho expressem en termes de treballador eficient, tenim una forma funcional,  $y = AK^{\alpha+\mu}$ . 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  $\Phi$  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 en l'àmbit agregat, de manera que es troben sota situació competitiva i un augment d'escala no es pot traslladar als preus finals. A més, en 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  $\Phi$  com una constant. Una conseqüència important de la hipòtesi d'externalitats 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 amb 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.

Una conclusió important d'aquest tipus de models és el fet que amb rendiments creixents del capital hi pot haver creixement sostingut, encara que no hi hagi progrés tecnològic, cosa que no era possible en els models 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 representa un volum de recursos insuficients per a reposar la depreciaió, desapareix amb rendiments creixents o constants en el capital.

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, en els 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. 

### 3.2. Models de capital humà

En les dues tipologies de models de creixement econòmic endogen que hem vist fins ara, 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'aquest tipus de models és el fet que l'acumulació de coneixements, que fonamenten el progrés tecnològic, no estigui subjecta, com ho estan el capital i el treball, a la llei 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**. No cal insistir en el fet que aquesta relació se situa en l'argument de les divergències de creixement entre països.

Tot i això, també hi ha arguments a favor de la convergència. Si el coneixement té propietats de bé públic, que tenen una dimensió internacional, això tendeix a afavorir els països menys avançats, sempre que disposin d'una base d'adaptació de tecnologia. L'argument és el següent: com que els països seguidors no han d'inventar, sinó que només han d'adaptar, podran créixer més ràpidament que el líder tecnològic, que haurà d'assumir les 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 en el grup de països amb estructura de base per a fer el seguiment.

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 nivells 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 qualificat.

#### La funció de producció i el capital humà

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,  $Y = K^\alpha (AH)^{1-\alpha}$ , 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, en dedicar part del temps a l'aprenentatge de noves habilitats en lloc de treballar.

#### 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, és a dir, renunciant a consum present, Lucas suposa que els agents econòmics dediquen part del temps a acumular habilitats de manera "molt pròxima als estudiants que van a classe".



## Exemple

Suposem que  $\tau$  representa la part del temps que una persona dedica a l'aprenentatge i  $L$  representa, com sempre, la quantitat total de treball emprat en l'activitat econòmica. 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  $L = (1 - \tau)P$ .

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  $H = e^{\psi \tau} L$ , on  $\psi$  és una constant positiva. Segons aquesta expressió, si  $\tau = 0$ , aleshores  $H = L$ , de manera que si els agents econòmics no dediquen part del temps a formació, tot el treball és no qualificat. En canvi, si  $\tau$  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 que vincula el treball capacitat amb el total del treball, obtenim que la derivada parcial del treball qualificat en relació amb el temps és  $\psi$ . En termes matemàtics,  $\delta \log H / \delta \tau = \psi$ . Aquesta relació incremental ens diu que un petit augment de  $\tau$ , és a dir del temps dedicat a la formació, incrementa el treball qualificat,  $H$ , en un percentatge  $\psi$ .

La proporcionalitat dels efectes del temps dedicat a la formació sobre el treball qualificat en el model de Lucas deriva del fet que l'expressió que les relaciona incorpora la funció exponencial. Aquesta forma funcional obeeix al fet que, tal com es desprèn de la literatura sobre economia del treball, un any addicional d'estudis genera un increment percentual en el salari per persona situat prop del 10%.

D'altra banda, l'acumulació del capital físic segueix les pautes del model exogen, que ja coneixem, o sigui,  $K' = s_k Y - \delta K$ , amb l'única particularitat que el coeficient de la inversió correspon al capital físic.

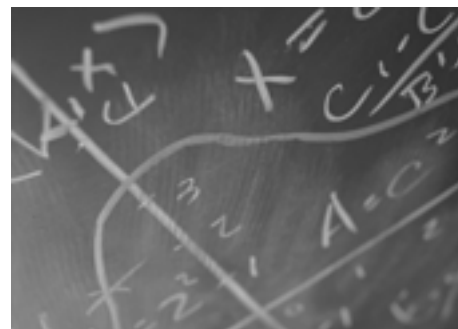
Per a avançar en la solució del model expressem la funció de producció en termes per càpita, és a dir, ponderem pel treball,  $L$ , i obtenim que  $y = k^\alpha (Ah)^{1-\alpha}$  i  $h = e^{\psi \tau}$ .

Ara només ens queda determinar com decideixen els agents econòmics quant de temps dediquen a acumular habilitats i quant al treball. En aquest model inicial, Lucas suposa que  $\tau$  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.

Una extensió important dels models que hem vist més amunt és la de Paul Romer, que el 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:

1) 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 es diu que el bé és exclouïble, mentre que si no es pot evitar es diu que el bé és no exclouïble. D'aquesta manera, i a diferència dels béns tradicionals, es defineixen les idees com a béns no rivals i amb diferents graus d'exclusió.

2) El segon punt de partida és la consideració que els **béns no rivals només s'han de produir una vegada**. Aquest fet, com destaca l'anàlisi microeconòmica, determina una altra diferència fonamental respecte dels béns rivals: la **presència d'un cost fix molt elevat**. Amb aquests



Béns no rivals, pensem per exemple en una fórmula matemàtica, un programa informàtic o la mateixa internet.

costos fixos tan 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'iguali 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, cosa que els permet de rendibilitzar la forta inversió inicial en R+D.

Amb la combinació d'una visió de la tecnologia com a bé no rival que presenta rendiments creixents i les hipòtesis de competència imperfecta, Romer planteja un model amb **tres tipus d'agents econòmics**:

- 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 R+D per a crear nous productes que, un cop desenvolupats, tenen una patent que els en garanteix l'explotació de la propietat intel·lectual.
- Finalment hi ha els **consumidors**, que trien la quantitat que s'ha de consumir i estalviar per a maximitzar una funció d'utilitat intertemporal.

#### Funció de producció agregada, l'economia de les idees

Els productors de béns finals s'enfronten a una funció de producció agregada  $Y = A K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$ , 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, que depèn del sumatori, des del primer moment fins al nombre de béns intermedis inventats en el dia d'avui, de la quantitat de béns intermedis que les empreses demanen. 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 de 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 reescriure's com a  $Y = A L_t^{1-\alpha} (N_t x_t)^\alpha N_t^{1-\alpha}$ .

Si a aquesta funció de producció dels béns finals hi afegim l'expressió de la producció de béns de capital i el programa maximitzador del consum, arribem a la presentació del sistema d'equacions d'aquest model.

Pel que fa a les empreses inventores, el model representa que hi ha un sistema legal que garanteix els drets de la propietat de la invenció i permet l'explotació de la despesa en R+D feta inicialment. L'empresa productora de béns de capital, doncs, s'enfronta a dues decisions importants:

- 1) La primera, si ha de participar o no en el joc de la creació d'R+D. Per a prendre aquesta decisió haurà de comparar els costos i els beneficis de la innovació.
- 2) La segona decisió fa referència al preu del bé de capital un cop inventat. Per a determinar aquest preu l'empresa productora de l'invent maximitza el valor

#### Aproximacions a l'endogeneïtzació

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 partir 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 a pensar que el progrés tecnològic pren forma mitjançant la millora de qualitat d'un nombre de productes limitat. 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 sol posar l'etiqueta de *models schumpeterians*.


present de tots els beneficis futurs, on són iguals a la quantitat produïda multiplicada pel preu de venda, menys la quantitat produïda multiplicada pel cost marginal de cada unitat.

Pel que fa al programa del consum, els consumidors s'enfronten a una funció d'utilitat intertemporal subjecta a una restricció d'acumulació de renda.

En síntesi, els trets característics d'aquest model són que el creixement econòmic depèn, entre altres, inversament de la despesa de les activitats d'R+D, i també positivament, de la dimensió de la població; és a dir, presenta un efecte d'escala.

### 3.3. Conclusions

El repàs a tot aquest conjunt de models de creixement econòmic i la seva interpretació del progrés tecnològic ens ha de servir per a arribar a una conclusió important:

La innovació és vital per al futur econòmic de les persones, les empreses o les nacions. I, encara més, quan s'aprofundeix en l'anàlisi dels determinants del procés dinàmic d'innovació i apareixen moltes causes que en un principi no es tenien en compte. Precisament, la consideració de la innovació com l'aplicació intencionada de tot tipus de coneixement a l'activitat econòmica ens ha conduït a una visió àmplia dels processos innovadors, fins al punt de considerar elements que s'escapen als models de creixement econòmic convencionals. 

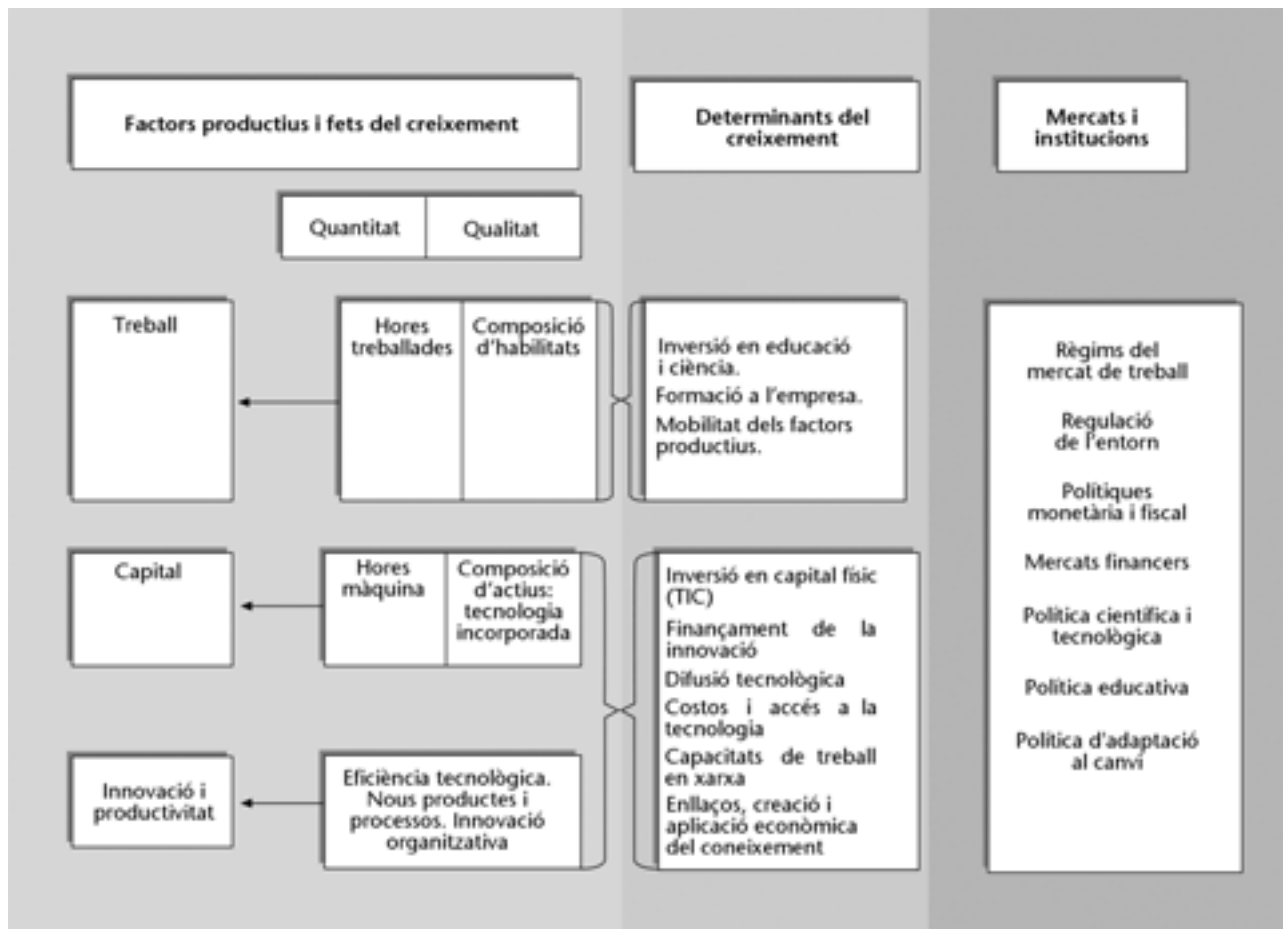
El gràfic següent resumeix, d'una manera gràfica, el conjunt de determinants i elements que incideixen en el procés d'innovació i les seves vinculacions amb el creixement econòmic.

La visió presentada defuig els esquemes clàssics, molt avesats a vincular la innovació tecnològica amb l'aplicació d'un tipus particular de coneixement: el tecnològic i científic. Sense menysprear la importància d'aquest coneixement, el procés dinàmic de la innovació també comprèn la incorporació econòmica del coneixement tècnic i les habilitats, fàcilment transmissibles o no, del conjunt dels agents econòmics. En aquest sentit, el diagrama presentat incideix en una visió àmplia de la innovació, que comprèn no tan sols els actors directament implicats en els esquemes productius, sinó que també abasta un conjunt d'institucions i elements, que sense estar en primera línia també tenen un pes específic notable en l'explicació del creixement econòmic.

#### Referències

Arribats a aquest punt, i amb el bagatge central del pensament de Marx i de Schumpeter, són d'obligada cita, per la importància que han adquirit posteriorment, la visió àmplia del progrés tecnològic de Rosenberg (1976), del conjunt d'economistes vinculats a la Universitat de Sussex (Dosi i altres, 1988) i de Lundvall (1992).

Figura 5. Els determinants del creixement econòmic. Un esquema del procés dinàmic d'innovació



Font: elaboració pròpia.

Així, doncs, en un primer nivell i pel que fa als determinants de la innovació, trobem els **elements vinculats directament amb els factors productius**, com la inversió en educació i el sistema científic i tecnològic, la inversió en capital físic i el finançament de la innovació, i també els aspectes de formació a l'empresa i la mobilitat de factors.

D'altra banda, tenim un **segon bloc de components vinculats amb aspectes tecnològics**, com la difusió tecnològica, els costos i l'accés de la tecnologia, les capacitats de treball en xarxa i els enllaços entre la creació i l'aplicació econòmica del coneixement.

D'altra banda, **l'estructura dels mercats i les institucions** també tenen un paper primordial en les polítiques de suport a la innovació i foment d'aquesta, de tal manera que aquests aspectes, que es recullen sota el concepte de **sistemes nacionals d'innovació**, són determinants en l'explicació dels increments de productivitat i competitivitat d'una economia. En distingim dos blocs:

1) El primer incideix sobre els mercats de factors productius i sobre l'entorn competitiu. Entre aquests, distingim els règims del mercat de treball, la regulació de l'entorn, les polítiques macroeconòmiques, les característiques dels mercats financers i les polítiques de formació.

2) El segon bloc incideix sobre les polítiques pròpiament d'innovació, entre les quals destaquem la política científica i tecnològica i les polítiques d'adaptació, foment i redistribució del canvi.

## 4. TIC i productivitat: aclarint la paradoxa

Ja hem assenyalat que una de les principals manifestacions de la consolidació progressiva d'un nou tipus d'economia, que basa el funcionament en la incorporació massiva del saber a l'activitat econòmica, són els importants augments de productivitat que, primer als Estats Units i, després, en altres economies occidentals, s'han apreciat durant la dècada dels noranta. Aquest repunt alcista del creixement del producte per càpita ha estat acompanyat d'un intens debat acadèmic sobre les fonts i la sostenibilitat d'aquest creixement.

Tot i que, des d'un punt de vista teòric, sembla que s'ha arribat a un consens en la consideració de les fonts del creixement econòmic, a la pràctica els problemes per a mesurar correctament la productivitat continuen essent importants.

### En paraules del mateix professor Gordon (2003),

“no hi ha cap magnitud macroeconòmica més important per a la futura evolució d'una economia que el creixement de la productivitat, però tampoc n'hi ha cap que sigui tan difícil de predir.”

Aquesta dificultat és conseqüència, com a mínim, de tres raons:

- 1) Primera, per l'elevat percentatge d'ocupació en els serveis. No és cap secret que l'estadística oficial funciona bé quan la mercaderia que cal mesurar és un producte de mercat tangible tant en unitats físiques com en unitats monetàries. Ara bé, la mètrica oficial de la productivitat comença a trontollar quan es fa més difícil mesurar l'*output*, cosa que succeeix en els serveis en general, i en els serveis públics en particular, i ja no diguem quan aquesta terciarització de l'economia es combina amb una intangibilització progressiva de les mercaderies subjecta a transacció econòmica.
- 2) Segona, a mesura que les empreses avancen en la configuració del treball en xarxa, la dificultat per a copsar els augments de productivitat en tota la cadena de valor d'unes organitzacions reticulars i globalitzades és cada cop més difícil.
- 3) I tercera, el *missmatch* ('desfasament temporal') entre les revolucions tecnològiques i el seu impacte productiu. La història de la tecnologia ens ha demostrat reiteradament que el salt temporal entre el descobriment d'un invent, la seva generalització productiva i el consegüent augment de productivitat pot ser elevat. En el cas concret de les tecnologies digitals, tot sembla indicar que estem sota els efectes de la primera d'un conjunt de diverses onades inversores, que establiran les bases d'importants creixements futurs de la productivitat.

### Referències bibliogràfiques

Vegeu, des d'un punt de vista agregat, el treballs de Gordon (1999; 2000; 2003), 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 Feldstein (2003) per als Estats Units, i Schreyer (2000), Scarpetta, Bassanini, Pilat i Schreyer (2000), Colecchia i Schreyer (2001), Colecchia (2001), Daveri (2001), Roeger (2001), Pilat i Lee (2001), Van Ark (2001), BCE (2001), Milana i Zeli (2002) i Van Ark, Inklaar i McGuckin (2002) per a altres economies.

tat. Tot i això, les millores estadístiques i de la mesura oficial als Estats Units suggereixen un **salt quantitatiu** en l'increment de la productivitat en aquell país a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta, salt que estaria vinculat amb la **inversió massiva en TIC** i amb un **canvi organitzatiu** basat en el treball en xarxa. Aquest increment de la productivitat té una cadència que va des del nucli productiu de la transformació econòmica fins a la resta de branques d'activitat. 🚫

En resum, la inversió en TIC i la reestructuració organitzativa derivada de la connexió en xarxa expliquen bona part del creixement de la productivitat del treball als Estats Units, augment que en altres zones del món ha estat menys significatiu, però que comença a ser perceptible, sobretot als països escandinaus, Austràlia i el Canadà, i en menor mesura als altres països del G7 i als països industrialitzats de l'Àsia. Vegem-ho.

Per a veure-ho més detalladament, consulteu els estudis del Departament d'Economia de l'OCDE ([http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti\\_wp.htm](http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm)).

#### 4.1. Les TIC en l'explicació del creixement de la productivitat dels Estats Units

Ja sabem que 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 treballada.

L'explicació és ben senzilla. En el càlcul de la productivitat segons l'ocupació (PIB/ocupat) hi influeix directament el nombre mitjà d'hores treballades per cada ocupat. De fet, podem descompondre 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, reduiria la ràtio (PIB/ocupat).

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 grau d'eficiència econòmica més elevat, mesurat pels increments de la productivitat total dels factors (PTF). En aquest sentit, una acceleració de la productivitat total dels factors **seria un clar indicatiu que hi ha una nova economia**, ja que els increments de productivitat no s'explicarien només per increments en la dotació de factors, sinó que també tindriem un salt significatiu de l'eficiència del conjunt del sistema econòmic.

Tot i això, i a diferència de la productivitat del treball, la PTF no es pot mesurar directament i la seva estimació a la pràctica es fa difícil. De fet, ja hem vist quan analitzàvem els models de creixement econòmic amb presència d'innovació tecnològica, que una de les explicacions de la **paradoxa de la productivitat** (o sigui, la baixa significativitat del capital per càpita en l'explicació del creixement econòmic) és, precisament, la productivitat total dels factors.

#### Ja fa uns quants anys...

... que els economistes del centre d'*e-business* del MIT (<http://ebusiness.mit.edu>) van observar, per a un conjunt de sis-centes grans empreses dels Estats Units, que entre el 1987 i el 1994 la descentralització interna de l'empresa i l'adopció de formes d'organització en xarxa eren condicions indispensables per a l'increment de la productivitat. Lucas (1999) també ha evidenciat, a partir d'estudis de cas, que els rendiments de la inversió en TIC solen ser primordials per al posicionament de l'empresa en el producte, el procés i el mercat.

Aquest component del producte per càpita se 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.

La literatura empírica internacional utilitza bàsicament l'aproximació basada 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. Això es pot expressar com  $Y'/L = \alpha (K'/L) + A'$ , on  $Y$  és l'*output*,  $L$  és el treball,  $K$  és el capital,  $\alpha$  és la participació del capital en la renda nacional,  $A$  és el nivell de productivitat total dels factors i  $'$  representa el canvi percentual. Aleshores, la dependència del capital ( $K'/L$ ) representa els canvis en la productivitat atribuïbles a nivells més elevats en el capital per treballador, mentre que la PTF ( $A'$ ) representa les millores d'eficiència general del sistema econòmic, derivades de les combinacions entre capital i treball per a generar l'*output*. Aquesta equació no és res més que una representació de l'equació bàsica dels exercicis de comptabilitat del creixement, que ja hem vist anteriorment.

Ja hem vist que el fort ritme de creixement econòmic dels Estats Units en la darrera fase expansiva del cicle s'ha basat principalment en l'expansió de les branques productives vinculades amb l'ús intensiu del coneixement. Aquesta constatació, des del punt de vista de la producció, confirma 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 una altra de les variables macroeconòmiques rellevants, la productivitat, ha estat objecte d'una important controvèrsia acadèmica. En efecte, el punt de partida dels treballs empírics vinculats amb l'anàlisi de la contribució de les TIC al creixement econòmic i de la productivitat, s'ha basat en la constatació del fet que l'economia dels Estats Units ha presentat un notable repunt alcista del producte per hora treballada a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta. En paraules del mateix Banc Central Europeu (2001), "l'economia dels Estats Units ha adquirit noves característiques".

De fet, la taxa de creixement de la productivitat del sector privat no agrari dels Estats Units ha presentat un salt significatiu, ja que ha passat de créixer en taxes pròximes a l'1,5% de mitjana entre el 1990 i el 1995 a un 2,7% de mitjana entre el 1996 i el 2000. Dades més actualitzades confirmen que aquest important repunt alcista amaga tendències clarament diferenciades: un notable increment entre el 1995 i el 2000 (del 2,6% de mitjana entre el quart trimestre del 1995 i el segon trimestre del 2000), un important afebliment el 2000 i al principi del 2001 (0,7% de mitjana entre el tercer trimestre del 2000 i el tercer trimestre del 2001), i un espectacular rebrot alcista des del final del 2001 (amb avenços pròxims al 5% de mitjana entre el quart trimestre del 2001 i el quart trimestre del 2002).

A partir de les aportacions inicials de Jorgenson i Stiroh (2000; 2001) i Whelan (2000), els quals atribueixen una importància significativa de les TIC en l'acceleració del creixement de la productivitat als Estats Units (entre el 44% i el 73%, respectivament, d'una acceleració pròxima al punt percentual durant la segona dècada dels noranta), el professor Gordon (2000) va aprofundir en aquesta anàlisi i va destacar el fet que l'acceleració de la productivitat dels Estats Units era atribuïble gairebé exclusivament al sector TIC, cosa que desmuntava els arguments dels efectes sinèrgics cap al conjunt de l'activitat econòmica i, en conseqüència, que hi hagués una nova economia.

Vegeu en la web el quadre *El factors explicatius de l'acceleració de la productivitat del treball als EUA. 1973-2000*. Reprodueix algunes de les mètriques més rellevants de la productivitat del treball per al cas dels Estats Units.

**WEB**



Tanmateix, un altre reconegut investigador de la productivitat, el professor Nordhaus (2001), utilitzant dades actualitzades i millors mesures de l'*output* arriba, precisament, a la conclusió inversa: gairebé la meitat de l'acceleració de la productivitat del treball dels Estats Units és conseqüència **de la utilització de les TIC per la resta de branques productives de l'economia.**

A partir de les noves dades homogènies de productivitat del treball, elaborades pel Departament de Treball dels Estats Units, i utilitzant tres fonts diferents de mesura de la 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, és a dir, tota l'economia excepte la construcció i els serveis financers i els públics)–, l'autor descompon l'augment de la productivitat del treball en tres components:

- 1) **L'efecte de productivitat pura** (una variació composta del creixement de la productivitat en tots els sectors productius),
- 2) **L'efecte Denison** (que captura l'efecte dels canvis de la participació de l'ocupació en la productivitat agregada) i
- 3) **L'efecte Baumol** (que captura la interacció entre les diferències del creixement de la productivitat i el canvi de les hores treballades a les diferents indústries).

Els resultats són concloents, ja que amb els tres indicadors de l'*output*, l'efecte rellevant en l'explicació de l'acceleració de la productivitat del treball dels Estats Units és l'efecte productivitat pura, cosa que li permet d'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 Estats Units.

De fet, entre el 1996 i el 1998, i en comparació amb el període 1978-1995, la productivitat del treball de l'economia dels Estats Units es va accelerar 1,2 punts percentuals amb la mesura del PIB, 1,8 punts amb la mesura de l'*output* del sector privat i 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 en alguns sectors de la nova economia". Aquesta és també la conclusió a què arriben Oliner i Sichel (2000) i un estudi del Consell Econòmic del president (2001). De fet, aquest conjunt de treballs, que parteixen d'una funció de producció agregada amb presència d'innovació tecnològica, 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 de la intensificació del capital als Estats Units 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



El professor Nordhaus és un dels principals estudiosos de la productivitat i defensa la irrupció d'una nova economia.

Estats Units, o dit d'una altra manera, la PTF, és atribuïble a la producció del sector TIC. Ara bé, les discordances són en l'altre component de la PTF, els efectes sinèrgics d'aquest tipus de coneixement cap a la resta de branques de l'economia.

En síntesi, podem afirmar que l'acceleració de la productivitat en el sector privat no agrari dels Estats Units durant la segona meitat dels noranta és atribuïble, depenent de les investigacions, entre un 25% i un 50% a la intensificació del capital TIC, i prop 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:



#### 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.

La primera, que anomenarem **escèptica**, liderada pel professor Gordon, considera que l'acceleració de la PTF durant la segona meitat de la dècada dels noranta als Estats Units s'ha d'atribuir en gran mesura als efectes cíclics vinculats amb l'espectacular increment de la inversió en les tecnologies digitals. L'afebliment de la productivitat del treball al final del 2000 i principi del 2001, i els primers resultats empírics en el nivell microeconòmic, que atribuïen la pràctica totalitat de l'augment de la productivitat al sector dels ordinadors i dels semiconductors, donaven credibilitat a aquesta visió.

Tanmateix, estudis sectorials i empírics posteriors amplien aquesta visió i indiquen una important acceleració de la productivitat en els sectors que utilitzen més intensivament les TIC, en especial el sector de les finances, el comerç a l'engròs i al detall i algunes indústries manufactureres. En concret, la idea forta d'aquests treballs és la següent: els sectors que han invertit més 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 Estats Units en el període 1990-1999, la PTF, mesurada a partir de nombres índexs, ha crescut d'un 1,8% de mitjana anual. Dues tercers parts dels 108 sectors analitzats han presentat increments d'aquest indicador d'eficiència econòmica en el període analitzat. D'aquests sectors, 43 han situat l'increment entre el 0,1 i l'1%, 25 han presentat un avenç d'entre l'1,1% i el 2%, i 9 per sobre del 2%. Entre aquests 9 sectors destaquen els vinculats directament amb el sector TIC (ordinadors i equipament d'oficina, amb un augment del 22,9%, components electrònics i acces-

**WEB**

Trobareu tota la informació oficial relativa a la productivitat de l'economia dels Estats Units en la pàgina web del Departament de Treball. Vegeu <http://www.bls.gov/bls/productivity.htm>.

soris, 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 de 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%).

Així, doncs, aquesta visió, que anomenarem **favorable**, considera que una part substancial de l'augment de la productivitat del treball als Estats Units és estructural i s'escampa progressivament al conjunt de branques d'activitat, especialment a les intensives en l'ús de TIC.

Finalment, un conjunt de treballs encara més recents aborden directament i sense resultats definitius l'estudi del component cíclic de l'acceleració de la productivitat del treball.

En síntesi, de la família d'estudis anteriors ha quedat evidència que hi ha efectes sinèrgics del sector TIC cap a la resta de branques de l'economia. 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 programari, 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 assenyalava el mateix 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 Estats Units durant els 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.”

Finalment, en un treball recent el professor Gordon (2003) acaba reconsiderant la visió inicial i afirma que l'anàlisi de l'impacte de la revolució tecnològica digital sobre el creixement de la productivitat proporciona **bones i males notícies**. Les males notícies estan relacionades amb la confluència inusual d'un període de creixement extraordinari d'aquesta inversió amb xocs macroeconòmics (creixement dels mercats borsaris, inflació baixa i atur reduït) i microeconòmics (creixement espectacular de la demanda de TIC, explosió d'Internet i llei de Moore) extraordinàriament positius. Així, doncs, la coincidència en el temps de totes aquestes implicacions fa excepcional la segona meitat de la dècada dels noranta, pel que fa als increments de la productivitat dels Estats Units i les seves fonts.

Tot i això, també hi ha bones notícies, que estan vinculades amb una certa extensió dels efectes sinèrgics de la inversió en TIC cap a altres branques de producció, com els nous comerços al detall i algunes indústries manufactureres.

## Referències bibliogràfiques

Sobre el cas de les indústries manufactureres:

K.J. Stiroh (2001). “Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?”, *Staff Report 115*. New York: Federal Reserve Bank of New York.

D.W. Jorgenson; K.J. Stiroh (2001, març). “Information Technology and the US Economy”. *American Economic Review* (91, pàg. 1-32).

W.D. Nordhaus (2001). “Productivity Growth and the New Economy”. *NBER working paper 8096*.

Cambridge, Massachusetts. **US Department of Labor** (2002, gener). *Multifactor Productivity Measures for Three-digit SIC Manufacturing Industries, 1990-1999*. Report 956 Bureau of Labor Statistics.

## Conclusions disperses


Basu, Fernald i Shapiro (2001) i el Council of Economic Advisers (2001), utilitzant indicadors aproximatius, com la utilització dels factors productius, l'acumulació del capital i els rendiments a escala, arriben a conclusions disperses. Mentre que els primers conclouen 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.

En aquest sentit, l'autor acaba conclouent que és molt difícil que es puguin mantenir en els pròxims anys ritmes de creixement de la inversió en tecnologies digitals pròxims al 30%, si bé també cal tenir en compte en l'explicació del creixement econòmic dels Estats Units altres tipus d'inversió i millores organitzatives, més vinculades al marc institucional i a les capacitats dels agents econòmics, que no estan directament relacionades amb la inversió en TIC.

Podem afirmar que l'evidència empírica confirma la incorporació progressiva de les TIC en l'explicació del creixement de la productivitat no solament del sector TIC, sinó també del conjunt de branques productives de l'economia dels Estats Units.

#### 4.2. El cas dels països de l'OCDE

Fins ara hem vist, per al cas dels Estats Units, que la dependència del capital i la PTF, relacionada amb la inversió i la producció TIC, ha estat l'element subjacent a l'acceleració de la productivitat del treball en aquest país, mentre que no hem trobat cap evidència conclouent en relació amb elements estructurals que expliquin l'acceleració de la PTF a la resta de branques de l'economia. Quina és l'evidència empírica relativa a la resta de països?

Arribats a aquest punt, són d'obligada referència els treballs dels economistes de l'OCDE. Tots apunten en una clara direcció: els Estats Units 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 Unió Europea, les TIC semblen estar al darrere, tot i que amb diferents intensitats, d'una part cada cop més important de l'explicació del creixement econòmic.

##### Podem resumir aquests treballs...

... afirmant que les tecnologies 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 prop de 0,5-0,7 a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta.

Pel que fa a la resta de països del planeta, s'han de destacar els esforços estadístics de la UNESCO (1999), del PNUD (2001) i del Banc Mundial (2002), que ens donen una visió global del desenvolupament, i les seves diferències, de l'economia del coneixement.

A grans trets podem assenyalar que la tendència de la productivitat hauria presentat un cert repunt alcista en alguns països de l'OCDE, entre els quals destaquen els països escandinaus, els Estats Units, 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 factors, la dependència del capital i la PTF, ens diu que tots dos components han presentat un cert increment entre les dues dècades pel que fa al conjunt de països analitzats de l'OCDE, augment que és més substantiu en el cas de la dependència del ca-

#### Evidència empírica

De fet, l'evidència apuntada en el text 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 fa un temps que s'ha comprovat. Vegeu els treballs de Brynjolfsson (1996), Bresnahan, Brynjolfsson i Hitt (1999), Brynjolfsson i Kahin (2000), Brynjolfsson i Hitt (2000a; 2000b), Yang i Brynjolfsson (2001) i Baily i Lawrence (2001), i els resultats empírics del programa de productivitat del Departament de Treball dels Estats Units (<http://stats.bls.gov/mfp/home.htm>) i de l'NBER (<http://www.nber.org>). A títol d'exemple, Baily i Lawrence evidencien que l'augment de la productivitat del treball de l'economia dels Estats Units en el període 1995-1999 és 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.

#### Referències bibliogràfiques

Economistes de l'OCDE:  
**P. Schreyer** (2000). "The Contribution of Information and Communication Technologies to Output Growth". *STI working paper 2000/2*. Paris: OECD.  
**S.A. Scarpetta; A. Bassanini; D. Pilat; P. Schreyer** (2000). "Economic Growth in the OECD Area: Recent Trends at the Aggregate and Sectoral levels". *OECD Economics Department Working Papers 248*. Paris: OECD.

#### WEB

Vegeu en la web el quadre *Descomposició del creixement econòmic del sector privat a l'OCDE, 1980-1998*, que recull la descomposició del creixement econòmic del sector privat per a un conjunt de països de l'OCDE, utilitzant un filtre per a aïllar els components estacionals, i per als períodes 1980-1990 i 1990-1998.

pital. 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 també als Estats Units.


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 Estats Units, i la PTF és l'element determinant en l'explicació de l'avenç del producte per càpita.

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 en el cas dels Estats Units, a continuació analitzarem el paper de les tecnologies de la informació i la comunicació en l'explicació de les millores en la tendència de la productivitat.

L'anàlisi de l'impacte de les TIC sobre el creixement de la productivitat en els estudis fets per un conjunt de països s'ha focalitzat, bàsicament, des de dues perspectives: un primer conjunt d'estudis 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 estudia el **paper dels sectors productius**, tant el sector TIC com els sectors que utilitzen les TIC, en l'explicació de l'avenç del creixement econòmic.

#### 4.2.1. La contribució de les TIC a la dependència del capital

La primera aproximació ens mostra com la inversió en les tecnologies digitals (dependència del capital basada en les TIC) ha fet una destacada 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 Estats Units i entorn del mig punt percentual en el cas de la resta de països del G7.

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.

#### Aportació de la inversió en tecnologies digitals

L'aportació de la inversió en tecnologies digitals al conjunt del creixement econòmic dels països analitzats s'ha situat durant la segona meitat de la dècada dels noranta en un in-

#### Referències bibliogràfiques

Primer conjunt d'estudis:  
**P. Schreyer** (2000). "The Contribution of Information and Communication Technologies to Output Growth", *STI working paper 2000/2*. Paris: OECD.  
**A. Colecchia** (2001). "The Impact of Information and Communications Technologies on Output Growth: Issues and Preliminary Findings". *STI Working Papers 11*. Paris: OECD.  
**F. Daveri** (2001). "Information Technology and Growth in Europe". Parma: *University of Parma*. Mimeo.  
**W. Roeger** (2001). "The Contribution of Information and Communication Technologies to Growth in Europe and the United States: A Macroeconomic Analysis". *Economic Papers 147*. European Commission.

Segon focus d'anàlisi:  
**D. Pilat; 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*. Paris: OECD.  
**B. Van Ark** (2001). "The Renewal of the Old Economy: Europe in an Internationally Comparative Perspective". Groningen: University of Groningen. Mimeo.  
**European Central Bank** (2001). "Nuevas tecnologías y productividad en la zona del Euro". *Boletín Mensual Julio 2001*. Frankfurt am Main: BCE.

Vegeu en la web la primera aproximació en el quadre *Contribució de la dependència del capital del sector TIC al creixement del PIB als països del G7. 1991-1999*.

WEB

Vegeu en la web el quadre *contribució de la inversió del sector TIC al creixement del PIB. 1980-2000*.

WEB

terval 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.

Ja hem assenyalat més amunt, per al cas dels Estats Units, que aquesta tipologia d'inversió ha estat un dels components de la demanda més dinàmics durant la segona meitat de la dècada dels noranta. Doncs bé, utilitzant dades nominals els autors determinen que la inversió TIC ha representat entre 1995 i 2000 prop de la tercera part de la inversió privada no residencial a Finlàndia, el Canadà i Austràlia, mentre que als altres cinc països analitzats aquest percentatge se situa entorn del 15%.



La OCDE estudia les TIC i el desenvolupament de la nova economia

Els Estats Units 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 el Canadà (0,57). La resta de països (França, Alemanya, Itàlia, el Japó i la Gran Bretanya) se situen lleugerament per sota del mig punt percentual, i oscil·len entre els 0,48 punts de la Gran Bretanya i els 0,35 punts de França. De fet, és important assenyalat la importància relativa que la inversió en TIC representa 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 contribució a la mètrica de l'aportació del sector TIC al creixement econòmic afirmant que els Estats Units 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 del **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. 📌

Això ens porta a afirmar que la consolidació d'un sector productiu TIC important és una condició necessària, però no suficient, per a l'impacte de les tecnologies digitals sobre el creixement econòmic.

Els casos d'Austràlia i el Canadà suggereixen que la difusió de les TIC té un paper important en la contribució al creixement econòmic d'aquestes tec-

nologies, sense que això vagi acompanyat d'un sector productiu TIC molt desenvolupat.

#### 4.2.2. Contribució del sector TIC i dels sectors intensius en els usos TIC a l'avenç del creixement econòmic

La segona aproximació ens mostra la contribució del sector TIC i dels sectors intensius en els usos de TIC al creixement de la productivitat i del PIB per a un conjunt de països.

##### Sector TIC i sectors intensius en els usos de TIC

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, els serveis postals i de telecomunicacions, i el programari i els serveis informàtics.



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, i també els serveis d'intermediació financera, les assegurances, els lloguers de maquinària i equip, i la recerca, 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 recerca i el desenvolupament.

Aquest enfocament suggereix que els sectors productors i intensius en l'ús de TIC han contribuït entre el 4% i al creixement econòmic el 5% d'un conjunt ampli de països (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 intensius en els usos de TIC** ha estat més rellevant que el mateix sector TIC. Pel que fa a l'increment de la productivitat del treball (Pilat i Lee, 2001), la contribució del sector TIC i de les branques productives intensives en el seu ús també ha estat rellevant en els països analitzats durant la segona dècada dels noranta, bé per una important contribució del sector productiu de les tecnologies digitals (en especial **Finlàndia**), o bé per la notable aportació dels usos intensius de les TIC (**Estats Units, Dinamarca i la Gran Bretanya**).

Pel que fa a la PTF, l'evidència que s'ha trobat és mixta. D'una banda, països amb un important pes relatiu del sector TIC, com **Finlàndia, Irlanda i els Estats Units**, han presentat un important repunt alcista d'aquest indicador d'efi-

**WEB**

Vegeu en el web el quadre *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.*

#### Referències bibliogràfiques

Volem tornar a 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 en l'àmbit sectorial i empresarial. Vegeu els treballs de Cette i altres (2000), per a França, d'Oulton (2001), per a la Gran Bretanya, i de l'EPA (2000), per al Japó. Dos bons compendis de les implicacions microeconòmiques i macroeconòmiques del procés de digitalització són els de Brynjolfsson i Kahin (2000) i el de Greenan, L'Horty i Mairesse (2002).

ciència 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 baix, com **Austràlia**, han presentat una notable acceleració de la PTF, cosa que suggereix que el fet que hi hagi un sector TIC desenvolupat no és necessari per a accelerar la PTF.

D'altra banda, també hem d'assenyalar que la **difusió de les TIC** a un important conjunt de països, entre els quals hi ha els grans països de la Unió Europea, amb l'excepció de la Gran Bretanya, i el Japó, evoluciona a un ritme més lent.

En aquest sentit, hem de citar un treball del BCE (2001), que atribueix a la intensificació del capital, basat en les TIC, una part significativa de l'acceleració del creixement econòmic en l'àrea de l'euro a la segona meitat de la dècada dels noranta, si bé la contribució de la PTF s'hauria afeblit considerablement.

En efecte, el creixement econòmic en els 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 en la primera part dels noranta a 0,42 punts en 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 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 en el creixement d'aquest component de l'activitat (des d'una aportació negativa pròxima 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 en aquests països de l'àrea de l'euro, ja que hauria passat d'aportar 1,41 punts percentuals al creixement econòmic en la primera meitat dels noranta a 0,61 punts en la segona, que en termes relatius significa passar d'explicar la pràctica totalitat del creixement econòmic a explicar-ne només una tercera part.

Igual que en el cas dels Estats Units, l'anàlisi de l'impacte estructural de les TIC sobre el conjunt de la PTF en altres països presenta resultats ambigus. Alguns estudis, com el de Gramlich (2001), han trobat un cert efecte positiu entre l'acceleració de la PTF en 14 països desenvolupats i la despesa en TIC. Ara bé, en altres investigacions (Haacker i Mor-sink, 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.

### 4.3. Conclusions

En síntesi, i 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 a partir de quatre afirmacions bàsiques.

Primera, el fort increment de la inversió en equipaments i programari als Estats Units explica bona part del repunt alcista del creixement econòmic i de la productivitat en aquest país.

En efecte, la dependència del capital i la PTF, relacionada amb la inversió i la producció TIC, ha estat l'element subjacent en les millores tendencials de la pro-

#### Treball del BCE (2001)

Es tracta d'un exercici de comptabilitat del creixement per a Alemanya, França, Itàlia i Holanda, que representen prop del 75% del PIB de l'àrea de l'euro, en els períodes 1991-1995 i 1996-1999.

#### WEB

Vegeu en la web el quadre *Descomposició del creixement del VAB a alguns països de l'àrea de l'euro. 1991-1999.*



ductivitat als Estats Units. 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 del transport i algunes indústries manufactureres. Finalment, encara no s'ha trobat una evidència concloent que demostrï que hi ha elements estructurals en l'explicació de les importants millores d'eficiència global de l'economia dels Estats Units.

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.

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, alhora que evidencien la progressiva importància dels **efectes sinèrgics de l'ús intensiu d'aquestes tecnologies** (en especial a Dinamarca i a la Gran Bretanya).

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 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 al contrari, en aquest indicador d'eficiència.

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, i també la vinculació entre les TIC i les habilitats de la força de treball i la consideració residual de l'indicador habitual d'eficiència econòmica, podrien subestimar alguns dels resultats obtinguts pel que fa als modestos avenços de la PTF en alguns països.

Pel que fa als problemes de mesura, ja hem comentat 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 incorpora 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

#### Lectura recomanada


Un bon compendi dels problemes de mesura en l'àmbit macroeconòmic vinculats amb el desenvolupament del procés de digitalització és el de **B.R. Moulton**, (2000). "GDP and the Digital Economy: Keeping up with the Changes". *Understanding the Digital Economy*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

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.

D'altra banda, també 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 tan recent la consideració d'un any més en la sèrie que s'ha d'estudiar pot resultar cabdal si el que volem és aproximar-nos a un fenomen progressiu en una realitat canviant.

Pel que fa a la relació entre **les tecnologies digitals i el coneixement tàcit**, 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 hi sumem la consideració que amb les TIC el volum de coneixement disponible, bé sigui per a explorar noves línies de negoci, bé sigui per a millorar i ampliar les que ja hi ha, ha crescut de manera exponencial, segurament explicarem bona part de l'increment recent de les hores treballades en molts països de l'OCDE.

Pel que fa a la consideració residual de l'indicador bàsic d'eficiència econòmica, el BCE (2001) resumeix molt bé la situació actual, en la qual l'increment de la taxa esperada de **creixement de la productivitat total dels factors** s'explica per una combinació d'elements, que poden no estar directament vinculats amb la inversió en TIC: "Atès que aquest creixement –de la PTF– 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 causat, per exemple, per problemes de mesura".

Tot i això, a ningú no se li escapa que **hi ha elements més estructurals que tenen incidència en les diferències d'eficiència econòmica entre països**: les capacitats de la força de treball per a utilitzar les TIC, les limitacions de capacitat per a 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 el següent:

S'acumula una evidència concloent 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 d'alguns països. A més, l'aproximació sectorial confirma un cert efecte sinèrgic en l'ús intensiu d'aquestes tecnologies cap a alguna de la resta de branques d'activitat, cosa que ens porta a afirmar que hi ha algun element nou al darrere de la recent acceleració de la PTF a partir de la segona meitat de la dècada dels noranta.

#### Referències bibliogràfiques

Alguns treballs empírics recents, com els de Pohjola (2001) i Torrent (2002b), confirmen la importància de la inversió en coneixement, mesurada a partir de la inversió en TIC, en l'explicació tant del nivell com del creixement de la productivitat per a una mostra relativa a un ampli conjunt de països.

Tanmateix, encara queden per respondre dues qüestions clau:

1) La primera, el repunt alcista dels components de la PTF no vinculats físicament amb el *inputs*, tenen origen en els efectes sinèrgics i les externalitats de xarxa derivats de la inversió en TIC?

2) La 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 definitivament les causes d'aquests efectes ni tampoc si aquesta evidència és estructural o conjuntural.

Segurament, la solució a aquests dos interrogants passa per la incorporació, com a instruments d'anàlisi, d'altres factors, com els institucionals o les capacitats dels agents econòmics, i per esperar que la revolució digital estengui els seus efectes sinèrgics cap a un nombre creixent de branques productives. Amb tot, una cosa és segura: la innovació, de la qual la inversió digital és una part fonamental, serà la peça clau en l'explicació del creixement econòmic i de la productivitat els pròxims anys.

## 5. Cap a una nova política econòmica del coneixement

Si el coneixement és el factor productiu rellevant de la nova economia, és lògic pensar en la necessitat d'una política econòmica que fomenti la generació d'aquest recurs de vital importància. Així, doncs, la nova economia també planteja la necessitat d'una **nova política econòmica del coneixement**. Aquesta política d'informació integral i coordinada hauria de tenir com a objectiu prioritari la incorporació del màxim coneixement possible a l'activitat econòmica.

De fet, com vèiem en analitzar les polítiques d'informació que van fomentar el desenvolupament del procés de digitalització, en destaquen amb força dos elements:

1) Primer, la consideració, d'acord amb les característiques de les TIC, que la **iniciativa privada ha de liderar el desenvolupament de l'economia del coneixement**. Entre altres coses perquè el creixement econòmic, derivat de la inversió tecnològica, ha de tenir una arrel empresarial. Això no vol dir que la iniciativa pública se'n quedi al marge. De fet, igual que amb el desenvolupament d'Internet, del que es tracta és d'establir les bases infraestructurals (bàsicament, les tecnològiques, les d'estabilitat macroeconòmica i d'eficiència microeconòmica i les formatives) per al desenvolupament privat de l'estructura econòmica.

2) Segona, la consideració que una política de desenvolupament de l'economia del coneixement, altre cop per les característiques particulars de les tecnologies digitals, **no es pot circumscriure a un àmbit territorial concret**. Davant d'una necessitat global, l'única resposta plausible és una política global. Aquesta iniciativa, juntament amb el llibre blanc de Delors (1993) i l'informe Bangeman (1994), en el marc de la Unió Europea, i també la conferència del G7 sobre la societat de la informació (1995), van establir les bases institucionals per al desenvolupament d'Internet i són els exemples més paradigmàtics de les noves polítiques de la informació.

A casa nostra destaquen dues iniciatives: el pla **Info XXI**, liderat pel MCYT, i la iniciativa **Catalunya en xarxa**, del DURSI (1999).

### 5.1. El pla Info XXI

L'objectiu prioritari del pla Info XXI és "promoure el desenvolupament de les noves tecnologies de la informació i impulsar-ne l'adopció i l'ús generalitzat per part de la ciutadania i les empreses, fonamentalment les pimes, i també per part de l'administració pública, amb la finalitat que tots assimilïn ràpidament les transformacions socioeconòmiques que la societat de la informació

#### Hi ha un innumerable...

... conjunt d'iniciatives locals, que incideixen en alguns dels aspectes del desenvolupament de la societat de la informació. No han estat considerades, bàsicament, perquè l'anàlisi que s'ha dut a terme es basa en els plans amb vocació integral.

genera i que n'aprofitin plenament tots els avantatges". De fet, el seu punt de partida és la iniciativa comunitària *e-Europe*, i el seu pla d'acció, *e-Europe 2002*. Aquest pla d'acció, aprovat pel Consell Europeu de Santa Maria de Feira el 19 i el 20 de juny del 2000, té tres línies d'actuació principals:

1) Primera, **una Internet més ràpida, barata i segura**, la qual cosa s'identifica amb tres accions:

- a) accés a Internet més ràpid i barat;
- b) una Internet més ràpida per a investigadors i estudiants; i
- c) xarxes segures i targetes intel·ligents.

2) Segona, **invertir en persones i en la formació**, línia que també s'identifica amb tres accions:

- a) l'accés de la gent jove a l'era digital;
- b) treballar en una economia basada en el coneixement; i
- c) participació de tothom en l'economia basada en el coneixement.

3) I, finalment, tercera, **estimular l'ús d'Internet** a partir de les accions següents:

- a) accelerar el comerç electrònic;
- b) l'administració en línia: oferir accés electrònic als serveis públics;
- c) la sanitat en línia;
- d) continguts digitals per a les xarxes mundials; i
- e) sistemes de transport intel·ligents.

En sintonia amb aquest pla d'acció, el Govern espanyol va desenvolupar un conjunt d'iniciatives recollides en el pla d'acció Info XXI (2000), que inclou un conjunt d'accions, proposades pels diferents ministeris, per a executar-les entre l'any 2001 i el 2003. D'aquest pla destaquen vint-i-una iniciatives, amb pressupost assignat, que s'espera que tinguin una gran repercussió social.

Per bé que encara és aviat per a fer una avaluació de cadascuna d'aquestes iniciatives, sí que se'n poden fer alguns comentaris. De fet, tot i que el ventall d'accions que s'han de dur a terme és prou ampli i incideix en alguns dels aspectes clau de l'economia del coneixement, com la investigació, la formació i la conversió dels continguts als nous formats digitals, crec oportú assenyalar-ne algunes mancances:

1) Primer, i com ja destacàvem més amunt: la necessitat d'impulsar des de l'administració un **pla integral i multidisciplinari de recerca sobre la societat de la informació**. Sobretot es fa necessària l'obtenció de dades primàries, que permetin d'analitzar detalladament les transformacions econòmiques i socials derivades de l'ús intensiu de les TIC. Només amb una descripció acurada de la realitat (amb una fotografia d'alta resolució) podrem impulsar les polítiques necessàries per a desenvolupar l'economia del coneixement.


#### Una societat de la informació per a tothom

En el marc del Consell Europeu extraordinari que es va fer a Lisboa el 23 i el 24 de març del 2000, es va adoptar un nou objectiu estratègic de la Unió Europea. Es tractava de "reforçar l'ocupació, la reforma econòmica i la cohesió social com a part d'una economia basada en el coneixement". D'aquest objectiu general en van sortir les línies d'actuació bàsiques, recollides en la iniciativa *e-Europe*: "Una societat de la informació per a tothom".

Vegeu la taula *El pla d'acció Info XXI. Accions, objectius, ministeris responsables i dotació econòmica de les 21 principals iniciatives*.

WEB

2) Segon, com que les accions dissenyades en el camp de la investigació i la formació són d'infraestructura, considero necessari un **impuls al coneixement que crea coneixement**. La millora de les condicions generals de la recerca, el desenvolupament i la docència, els plans de formació per a formadors i per als agents econòmics i, en general, qualsevol iniciativa destinada a augmentar la comprensió general de quin significat i quines oportunitats generen les tecnologies digitals, són clarament iniciatives de futur.

3) Tercer, la necessitat d'un impuls per part de l'administració de **foment a la indústria de la informació**. No es tracta tant de fer accions directes, sinó d'establir les bases per a desenvolupar dos dels principals elements limitadors de l'economia del coneixement a Europa: la introducció de competència efectiva en el mercat de les telecomunicacions, i la generació d'una cultura empresarial, amb facilitat d'accés al finançament i capaç de posar en marxa noves iniciatives productives. 

4) I quart, el **desenvolupament d'una estratègia d'incentius** per a la difusió dels efectes expansius que tenen l'ús de les TIC cap al conjunt de l'activitat econòmica. Dit d'una altra manera, empresaris, treballadors, sindicats, patronal, universitat i administració, entre altres, haurien d'obrir un nou procés de reflexió estratègica, amb l'objectiu d'analitzar la direcció que pren l'activitat econòmica en conjunt i, encara més, ser capaços entre tots d'albirar una trajectòria que ens situï en una posició de futur favorable.

## 5.2. Catalunya en xarxa

Pel que fa a la segona iniciativa, impulsada des de Catalunya i per a Catalunya, el projecte *Catalunya en xarxa*, cal destacar que es va plantejar com un procés de reflexió estratègica amb la intenció clara de "ser un programa d'acció que aspira a construir una Catalunya moderna, que considera que aquesta modernitat pot comportar la prosperitat econòmica i també la justícia social, l'equilibri territorial i la dinamització de la vida cultural i política, i creu que l'únic que cal és voluntat de fer-ho". Tot i que algunes de les seves accions concretes han quedat superades pel temps, les grans línies d'actuació en l'àmbit econòmic continuen essent en gran part vigents: estímul de la demanda, impuls a les indústries TIC a Catalunya, promoció del sector empresarial de creació de continguts, convergència dels sectors audiovisuals i multimèdia, promoció del comerç electrònic i mesures per a l'adaptació del món empresarial.

Només un aclariment, que també és vàlid per al pla d'acció Info XXI. Entre les línies d'actuació destaca l'impuls productiu a la indústria de la informació. Ara bé, un dels trets característics de l'economia del coneixement és **l'espectacular avenç de la difusió internacional de la tecnologia**, mitjançant les xarxes de coneixement. Per tant, i pel que fa a les polítiques d'informació, és de vital importància tenir en compte aquest fet.

### L'excel·lent iniciativa...

... de l'aleshores Comissionat per a la Societat de la Informació i LocalRet en el sentit d'obrir un procés de reflexió estratègica, que va culminar amb el document *Catalunya en xarxa* el 1999, crec que s'hauria de repetir, i introduir-hi els elements nous del desenvolupament de l'economia del coneixement. Una cosa més: a l'hora de dur a la pràctica les accions concretes resultants de la reflexió estratègica, es fa del tot imprescindible la coordinació de les administracions implicades, entre altres coses, per a garantir l'eficiència de les polítiques públiques.

Més concretament, el que volem dir és que en una economia global, l'obtenció dels recursos també ho és, de manera que el que cal fomentar, una vegada assolit un cert nivell infraestructural, és precisament la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica. És a dir, en el cas de la indústria de la informació, noves i millors idees de negoci, i si això no és possible, ara ja en el conjunt de l'economia, noves línies de negoci o millora de les que ja hi ha en les branques productives tradicionals. De fet, la idea que hi ha al darrere d'aquesta visió és clara:

Fomentem el coneixement i la seva translació a l'activitat econòmica a través de la Xarxa, establim les bases per a unes condicions d'infraestructura eficients i deixem que la resta aflori per la demanda de consum, d'inversió i de relacions exteriors.

#### El cas dels països escandinaus...

... és un exemple paradigmàtic del que volem dir. Les polítiques públiques de desenvolupament de l'economia del coneixement s'han centrat, bàsicament, en la generació d'aquest recurs i en l'establiment d'unes condicions infraestructurals eficients. Ara bé, una vegada desenvolupada una idea de negoci, el cas de la telefonia mòbil potser és el més rellevant, els recursos per a posar-la en marxa (capital, patents, tecnologia, força de treball, etc.) s'han buscat en l'economia global.

### 5.3. Cap a una política d'informació integral i coordinada

El breu repàs als actors i les polítiques d'informació, que incideixen en el desenvolupament de l'economia del coneixement a Catalunya, ens ha permès de posar sobre la taula els diferents plans d'acció que actualment duen a terme les administracions. Tot i això, considero important assenyalar que una *política d'informació integral i coordinada*, l'objectiu prioritari de la qual sigui la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica, s'hauria de concretar en els instruments següents:

1) **Una política de generació de coneixement.** És a dir, un **impuls directe a tot tipus de formació**, des de la més bàsica fins a la més especialitzada, passant per la formació continuada i a mida i la formació de formadors, amb l'objectiu d'augmentar la dotació de coneixement tàcit i explícit de la nostra economia. En una idea, es tracta de fomentar el **canvi cultural** de tots els agents econòmics, amb l'objectiu d'avançar en la construcció de l'economia del coneixement.

Un segon element, que també cal destacar: **l'impuls a la recerca i al desenvolupament**, sobretot, i en l'àmbit de la societat de la informació, l'obtenció d'informació rellevant i acurada sobre les transformacions de l'economia i la societat actuals.

2) **Una política de difusió del coneixement.** És a dir, l'establiment dels mecanismes necessaris perquè el coneixement generat es traslladi, amb eficiència i eficàcia, a l'activitat econòmica. Tot i que l'àmbit d'actuacions d'aquest instrument és molt ampli, és important destacar algunes prioritats:

a) **Primera, l'establiment d'unes condicions econòmiques generals favorables.** Això passa per l'estabilitat macroeconòmica i l'eficiència microeconòmica i, especialment, per continuar introduint mecanismes de competència efectiva en el mercat de les telecomunicacions.

b) Segona, **el desenvolupament de les infraestructures digitals**. Tot i que Catalunya presenta una bona situació en relació amb les infraestructures TIC, cal continuar avançant en aquesta línia, amb l'objectiu d'apropar-nos als països més avançats del nostre entorn.

c) Tercera, l'aprofitament de les xarxes de coneixement i la difusió internacional de la tecnologia per a **fomentar el desenvolupament de la indústria de la informació**.

d) I quarta, **l'establiment de mecanismes per a la incorporació progressiva del coneixement** al conjunt de l'activitat econòmica. En aquest punt, entre altres, s'ha de tornar a citar la formació orientada a les noves línies de negoci o a la millora de les que hi ha, la informació i l'adaptació dels models de negoci a la Xarxa i la innovació de l'activitat productiva, com a principals eixos que cal desenvolupar.

3) **Una política de distribució del coneixement**. És a dir, el disseny d'una política de distribució de les rendes generades per aquest nou coneixement incorporat a l'activitat econòmica. Es tracta, doncs, d'un instrument distributiu de la renda generada, amb la particularitat que és *ex ante* i no *ex post*. És a dir, incideix en **l'augment de les capacitats per a assimilar la transició cap a l'economia del coneixement**, en lloc de dissenyar polítiques una vegada s'ha produït l'exclusió dels agents econòmics.

La idea forta que hi ha al darrere d'aquest instrument és la de **l'aprofundiment en la democratització del coneixement** com a element de creixement i desenvolupament econòmic a llarg termini.

Només una veritable política de no-discriminació de cap tipus a l'accés i a la incorporació del coneixement a l'activitat econòmica podrà garantir l'objectiu d'assolir una economia del coneixement a l'abast de tothom.


Aquesta política té un parell d'avantatges significatius:


- S'insereix en el context actual de globalització econòmica, ja que no afecta els desequilibris macroeconòmics bàsics, que repercuteixen sobre els mercats financers, i
- és coherent amb la línia definida per les dues polítiques anteriors de generació i difusió del coneixement.

Són necessaris un parell de comentaris addicionals, que estan directament vinculats amb la **política econòmica del coneixement**, l'un relatiu als processos econòmics de convergència real i, l'altre, a la feina que queda per fer.



Relatiu als **processos econòmics de convergència real**, la ciència econòmica ens diu que la inversió és la condició bàsica per a acostar els nivells de renda dels països a llarg termini. L'argument incideix en el fet que la inversió és l'element que garanteix el creixement econòmic a llarg termini i que, per tant, per a créixer més que els altres països (i acostar-te al seu nivell de renda) has d'invertir més. La temàtica que ens ocupa no és un cas a part, sinó al contrari, es converteix en el nucli del procés de convergència.

Efectivament, si l'economia actual dibuixa una situació on el coneixement es convertirà en un element clau en l'explicació del creixement econòmic, la inversió en aquest recurs esdevé primordial. Si, a sobre, tens un punt de partida inferior al dels països del teu entorn, l'esforç ha de ser superior per a avançar en el procés global de convergència. Sense cap mena de dubte, aquest és un dels principals esculls que haurà de superar la política econòmica espanyola i catalana (dins de les seves possibilitats) els pròxims anys. 

El segon element, relacionat amb l'anterior, tot i que amb una perspectiva més global, fa referència a la **feina que queda per fer**, que podem resumir en l'aprofundiment de sis paraules: **generar, difondre i redistribuir el coneixement**. 

Albert Gore (1998) ho detallava en cinc objectius, que tot i el pas del temps, encara són vigents en gran part:

- 1) "La millora de l'accés a la tecnologia, de tal manera que, 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 es 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 a assegurar la lliure circulació d'idees que donin suport a la democràcia i la llibertat d'expressió.
- 5) La utilització de les tecnologies de la comunicació per a expandir l'oportunitat econòmica a totes les comunitats del món."

## Resum

En aquest mòdul hem vist com el coneixement s'ha consolidat com un fonament més del creixement econòmic. Així, doncs, la irrupció de les tecnologies digitals ha permès un important augment de la dotació de coneixement tàcit i observable que s'ha aplicat massivament a l'activitat econòmica i, en conseqüència, s'ha convertit en un dels elements explicatius dels avenços del creixement. Un important nombre de països presenten clars efectes sinèrgics del coneixement sobre el conjunt d'activitats econòmiques, fins al punt que bona part de l'avenç de productivitat d'aquestes economies s'explica per la inversió i els usos intensius de les tecnologies digitals.

Si el coneixement és el factor productiu clau, no és estrany que la política econòmica es focalitzi en el desenvolupament d'estratègies que incentivin l'aplicació econòmica d'aquest recurs. A grans trets, les podríem resumir en tres:

- 1) En primer lloc, una **política de generació de coneixement**. És a dir, un impuls directe a tot tipus de formació, amb l'objectiu d'augmentar la dotació econòmica de coneixement tàcit i explícit.
- 2) Un segon element, que complementa el primer i que també s'ha de destacar, és **l'impuls a la recerca i al desenvolupament**, i la posada en marxa de tot tipus de mecanismes de foment a la innovació. En segon lloc, *una política de difusió del coneixement*. És a dir, l'establiment dels mecanismes necessaris perquè el coneixement generat es traslladi, amb eficiència i eficàcia, a l'activitat econòmica.
- 3) En tercer lloc, una **política de distribució del coneixement**. És a dir, el disseny d'una política de distribució de les rendes generades per aquest nou coneixement incorporat a l'activitat econòmica.

Consulteu a la web les activitats proposades per a l'estudi del mòdul.

WEB

## Bibliografia

**Brynjolfsson, E.; Kahin, B.** (2000). *Understanding the Digital Economy*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

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

**Foray, D.** (2000). *L'économie de la connaissance*. París: Éditions La Découverte.

**IMF** (2001). "The Information Technology Revolution". *World Economic Outlook October 2001*. Washington DC: World Economic and Financial Surveys, International Monetary Fund. [En línia.] Disponible a URL: <http://www.imf.org>.

**Maddison, A.** (2001). *The World Economy. A millennial Perspective*. París: Development Centre Studies, OECD.

**Neef, D.; Siesfeld, G.A.; Cefola, J.** (ed.) (1998). *The Economic Impact of Knowledge*. Boston / Oxford: Butterworth and Heinemann, Resources for the Knowledge-based Economy.

**OECD** (2001). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard. Towards a Knowledge-Based Economy* (edició 2001). París: OECD Science and Innovation.

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

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

**Vilaseca, J.** (2002). "Hacia una economía del conocimiento. Introducción". *Revista de Economía Mundial* (7).

## Referències bibliogràfiques

**Antonelli, C.** (2001). *The Microeconomics of Technological Systems*. Oxford / Nova York: Oxford University Press.

**Arthur, W.B.** (1994). *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*. Ann Arbor: The University of Michigan Press.

**Atkinson, A.B.; Stiglitz, J.E.** (1969). "A new View of Technological Change". *Economic Journal* ( pàg. 573-578).

**Baily, M.N.; Lawrence, R.Z.** (2001). "Do we have a new e-economy?". *NBER working paper 8423*. Cambridge, Massachusetts. [En línia.] Disponible a URL: <http://www.nber.org/papers/w8423>.

**Barro, R.; Sala-i-Martin, X.** (1999). *Economic Growth*. Cambridge (Massachusetts) / Londres: The MIT Press.

**Baumol, W.J.** (2002). *The Free Market Innovation Machine. Analyzing the Growth Miracle of Capitalism*. Princeton / Oxford: Princeton University Press.

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

**Council of Economic Advisors** (2001). *Annual Report*. Whashington DC: United States Government Printing Office.

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

**Dosi, G.** (2001). *Innovation, Organization and Economic Dynamics, Selected Essays*. Chentelham / Northampton (Massachusetts): Edward Elgar.

**European Central Bank** (2001). "Nuevas tecnologías y productividad en la zona del Euro". *Boletín Mensual Julio 2001*. Frankfurt am Main: BCE [En línia]. Disponible a URL: <http://www.ecb.int>.

**Feldstein, M.** (2003). "Why is Productivity Growth Faster?". *NBER working paper 9530*. Cambridge, Massachusetts. [En línia.] Disponible a URL: <http://www.nber.org/papers/w9530>

**Gallouj, F.** (2002). *Innovation in the Service Economy. The New Wealth of Nations*. Cheltenham (Regne Unit) / Northampton, Massachusetts: Edward Elgar.

**Gordon, R.J.** (1999, 14 de juny). "Has the "New Economy" Rendered the Productivity Slow-down Obsolete?". *Working Paper*. Northwestern University.

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

**Gordon, R.J.** (2003). "Hi-tech Innovation and Productivity Growth: Does Supply Create Its Own Demand?". *NBER working paper 9437*. Cambridge, Massachusetts. [En línia.] Disponible a URL: <http://www.nber.org/papers/w9437>.

**Greenan, H.; Horty, Y.; Mairesse J.** (ed.) (2002). *Productivity, Inequality, and the Digital Economy. A Transatlantic perspective*. Cambridge / Londres: The MIT Press.

**Jorgenson, D.W.; Stiroh, K.J.** (2001, març). "Information Technology and the US Economy". *American Economic Review* ( 91, pàg. 1-32).

**Lucas, R.E. Jr.** (1972, abril). "Expectations and the Neutrality on Money". *Journal of Economic Theory* (4, pàg. 103-124).

**Lucas, R.E. Jr.** (2002). *Lectures on Economic Growth*. Cambridge / Londres: Harvard University Press.

**Milana, C.; Zeli, A.** (2002). "The Contribution of ICT to Production Efficiency in Italy: Firm-level Evidence Using Data Envelopment Analysis and Econometric Estimations". *STI working paper 2002/ 13*. Paris: OECD. [En línia.] Disponible a URL: [http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti\\_wp.htm](http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm).

**Nordhaus, W.D.** (2001). "Productivity Growth and the New Economy". *NBER working paper 8096*. Cambridge, Massachusetts. [En línia]. Disponible a URL: <http://www.nber.org/papers/w8096>.

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

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

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

**Sala-i-Martin, X.** (1999). *Apuntes de crecimiento económico* (2ª ed., 2000). Barcelona: Antoni Bosch Editor.

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

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

**Scherer, F.M.** (1999). *New Perspectives on Economic Growth and Technological Innovation*. Washington DC: Brookings Institution Press.

**Schmookler, J.** (1966). *Invention and Economic Growth*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

**Schreyer, P.** (2000). "The Contribution of Information and Communication Technologies to Output Growth". *STI working paper 2000/2*. Paris: OCDE, [En línia]. Disponible a URL: [http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti\\_wp.htm](http://www.oecd.org/dsti/sti/prod/sti_wp.htm).

**Solow, R.M.** (2000). *Growth Theory: an exposition*. Oxford / Nova York: Oxford University Press.

**Solow, R.M.** (ed) (2001). *Landmark Papers on Economic Growth*. Cheltenham (Regne Unit) / Northhampton (Massachusetts): Edward Elgar Publishing.

**Stiroh, K.J.** (2001). "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?". *Staff Report 115*. Nova York: Federal Reserve Bank of New York.

**US Department of Labor** (2002, gener). *Multifactor Productivity Measures for Three-digit SIC Manufacturing Industries, 1990-1999*. Report 956. Bureau of Labor Statistics. [En línia]. Disponible a URL: <http://stats.bls.gov/mfp/home.htm>.

**Valdés, B.** (1999). *Economic Growth: Theory, Empirics and Policy*. Cheltenham (Regne Unit)/ Northhampton (Massachusetts): Edward Elgar Publishing.

**Van Ark, B.** (2001). "The Renewal of the Old Economy: Europe in an Internationally Comparative Perspective". Groningen: University of Groningen. Mimeo.

**Van Ark, B.; Inklaar, R.; McGuckin R.** (2002). "Changing Gear. Productivity, ICT and Services Industries: Europe and United States". *Research Memorandum, Groningen Growth and Development Centre*. Groningen: University of Groningen. Mimeo.

**Whelan, K.** (2000). "A Guide to the Use of Chain Aggregated NIPA Data". *Finance and Economics Discussion Paper 2000/35*. Washington DC: Board of Governors of the Federal Reserve System.

