

# TECNOLOGIA I SOCIETAT AL TOMBANT DEL SEGLE

Miquel Barceló

En aquest mateix any, 1997, quan l'Institut d'Estudis Catalans té ja noranta anys d'existència, dues notícies que, amb tota lògica, han arribat als diaris ens fan pensar com les coses són ja ben diferents del que molts, fa noranta anys, podien fins i tot haver imaginat: el febrer vàrem saber del clonatge d'un mamífer, l'ovella Dolly; i el maig un ordinador, Deep Blue, va guanyar per primera vegada un campió humà dels escacs.

Es tracta de dues notícies tipus, que he triat només perquè, en certa forma, caracteritzen la nostra actualitat amb una presència inevitable dels resultats assolits per la ciència i la tecnologia, una presència ja tan habitual que sovint no en som del tot conscients.

Al primer cop d'ull, sembla que les dues notícies esmentades puguin fer referència, respectivament, a la ciència i a la tecnologia. Però no és així. Al tombant del segle, les diferències entre ciència i tecnologia són més minses del que hom podia haver imaginat. Parlem-ne.

## CIÈNCIA I TECNOLOGIA: LA SÍNTESI DE LA TECNOCIÈNCIA

Hi ha una preconcepció, malauradament prou arrelada, que sovint vol veure la tecnologia com a res més que ciència aplicada. Tal vegada alguns (o fins i tot molts) dels presents ho pensen, la qual cosa, si he de dir la veritat, seria fins i tot francament preocupant.

No es tracta pas de destriar qui és primer, si l'ou o la gallina, la ciència o la tecnologia, sinó de percebre quina ha estat, és i pot ésser la realitat. Ara i aquí no pretenc pas posar-me a lluitar contra un prejudici com els dels qui volen veure sempre la tecnologia com a ciència aplicada. N'hi ha d'haver prou amb un parell d'exemples per a portar a qui correspongui a repensar-se el tema.

D'una banda és evident que la roda és un invent tecnològic prou anterior al descobriment de la teoria del fregament o, per acostar-nos més als nostres dies, que la màquina de vapor fou inventada i utilitzada ben abans de la ciència termodinàmica que n'explica el funcionament.

De fet, l'ésser humà sempre ha creat artefactes, de vegades com a aplicació de coneixements científics previs, però molt més sovint simplement en la seva activitat d'*Homo faber* que utilitza el seu enginy per a fabricar eines. Afortunadament, després, l'èxit d'un artefacte (roda o màquina de vapor) ens ha portat a estudiar el perquè del seu funcionament i ampliar tal vegada el camp del coneixement científic.

Malgrat aquesta realitat poc qüestionable que domina la major part de la història de la humanitat, un curiós predomini de l'idealisme més exagerat fa que es vulgui preferir, com a norma general, la vi-

sió d'un coneixement teòric que ve en primer lloc en el temps i del qual se'n desprendria, després, la possible aplicació tecnològica. De fet, no hi ha res en el conjunt de la història de la humanitat que re-fermi de forma absoluta aquesta interpretació que, malgrat tot, continua essent la dominant fins i tot en un món suposadament materialista i poc idealista com el de la nostra societat actual.

Tal vegada no som, també en aquest cas, més que els evidents descendents de la cultura grega que acceptava i respectava el rol social dels pensadors teòrics i, ben al contrari, considerava que els artesans (els tècnics i enginyers de l'època), pel sol fet de dedicar-se a la seva activitat manual, no mereixien ni tan sols ésser considerats ciutadans. Però, això sí, als ciutadans grecs *de primera* no els feia pas res utilitzar els artefactes una vegada fets, tot i que haguessin estat construïts per unes mans *menys nobles*...

De fet, tot i que la ciència moderna té uns quatre segles de vida, *ciència* és un mot prou antic. Però, lògicament, *tecnologia* no ho és pas tant. Sembla que va ésser introduït per primera vegada l'any 1820 per un professor de Harvard, Jacob Bigelow. Tal vegada per això resulta curiós constatar com, en el saber popular actual, continua sovint assignant-se a la *ciència* el que, de fet, són resultats tecnològics.

Un exemple evident és el de la ja famosa ovella Dolly, fruit d'una tècnica de clonatge que ha estat presentada per la premsa com un avenç precisament de la *ciència*, quan tots sabem que el coneixement científic subjacent fa anys que era conegut. Ans al contrari, Dolly existeix precisament com a resultat d'assolir un nou èxit en el camp de la manipulació tecnològica de la bioenginyeria. L'ovella Dolly, el clonatge de mamífers (i el possible clonatge d'humans que se'n desprèn) és realment un resultat que pertany més a la tecnologia que no pas a la ciència.

El que passa és que, probablement a les acaballes del segle xx, també es dona, i prou sovint, el cas contrari: prou vegades la tecnologia punta ja no procedeix d'artefactes senzills com la roda, si no de l'aplicació de conceptes complexos i sofisticats de la ciència (com passa amb l'energia nuclear, per exemple). Però, de forma paral·lela, pràcticament no hi ha ciència bàsica sense recórrer a la utilització d'un complex aparellatge tecnològic (superacceleradors de partícules, telescopis com el Hubble, etc.).

Per això alguns especialistes parlen ara, al tombant del segle, d'unificar els dos camps, ciència i tecnologia, i parlar només del que molts avui anomenen ja tecnociència. Tot i que, avui i aquí, ens centrarem clarament en el que correspon més directament a la tecnologia.

## CIÈNCIA I TECNOLOGIA I ELS SEUS EFECTES

S'accepta que, seguint Karl Popper, cal caracteritzar una teoria científica precisament per la seva *falsabilitat* i la seva, diguem-ne, disponible provisionalitat en la certesa; mentre que, molt més pragmàticament, els desenvolupaments tecnològics es caracteritzen bàsicament per la seva *eficiència*.

Abans d'arribar a la síntesi de la tecnociència, sovint utilitzo amb els meus estudiants un esquema molt simple per a fer veure les diferències més immediates entre ciència i tecnologia. Esquemàticament els dic que la ciència canvia la nostra manera de *veure* el món, mentre que la tecnologia canvia més directament la nostra manera de *viure* el món. Aclarim-ho.

Quan, per exemple, Galileo Galilei va utilitzar el llavors recentment inventat telescopi per a observar el cel, va descobrir, entre d'altres coses, les llunes de Júpiter i els cràters de la Lluna. Això va acabar refermant l'acceptació final de la visió cosmològica copernicana amb els planetes movent-se al voltant del Sol i no, segons volia Ptolemeu, tots els astres girant al voltant d'una Terra centre de l'Univers.

Tot i que aquest descobriment fou un gran canvi i produí una greu sotragada en la visió que l'ésser humà tenia de la seva posició en l'Univers, la realitat és que la vida quotidiana de la gent no va canviar pas gens per això. De fet, abans i després de Galileu, la gent treballava igual, feia servir les mateixes eines i menjava i dormia igual que abans. La vida de cada dia no va resultar alterada, tan sols la imatge que de si mateix i de l'Univers tenia l'ésser humà. Un descobriment tan important com aquest, mentre roman restringit a l'àmbit del coneixement científic teòric, afecta la forma en què veiem el món, però no pas la forma com el vivim.

No passa així amb la tecnologia. En general, qualsevol nou artefacte que tingui èxit altera d'alguna manera la forma com fem les coses. Per exemple, a la nostra societat occidental industrialitzada, l'automòbil i l'avió han canviat en cent anys (o menys) la nostra percepció de les distàncies i la nostra mobilitat real; les telecomunicacions ens permeten saber ara mateix el que passa a l'altra punta del món; la televisió ens porta al moment espectacular i informació a casa nostra; o, més simplement, el microones ens permet de llevar-nos cada dia deu minuts més tard. La tecnologia altera realment la nostra manera de fer les coses de cada dia i la forma com vivim en el món.

De fet, en els darrers anys s'ha iniciat un nou camp d'estudi que, genèricament, rep el nom de *ciència, tecnologia i societat* precisament per l'intent d'analitzar els efectes que la cultura tecnocientífica dels nostres dies pot arribar a tenir en l'entorn social que crea i utilitza la tecnociència.

## L'AVALUACIÓ DE LES TECNOLOGIES

Quan ja sabem que és la tecnologia i els seus artefactes allò que canvia les nostres vides quotidianes, és fàcil de comprendre que convingui fer estudis previs per a mirar d'anticipar l'impacte que la utilització d'un nou resultat tecnològic pugui aportar. Hom anomena aquests estudis *avaluació de tecnologies* i, de fet, pel que s'ha dit fins ara, no tindria massa sentit parlar d'estudis d'*avaluació de les ciències*... En realitat no es fan.

També cal recordar que el fet mateix d'avaluar tecnologies és quelcom recent, iniciat durant els anys setanta i que presenta prou problemes i dificultats.

La voracitat d'absorció de la nostra societat actual sembla haver incorporat ja la necessitat de respectar l'ecologia. La gran majoria accepta avui que una nova realització tecnològica ha d'ésser avaluada prèviament tenint en compte el possible impacte ambiental, però val a dir que aquesta és només una aproximació superficial i limitada a allò que de veritat caldria fer en una veritable avaluació de tecnologies.

Els especialistes utilitzen un acrònim anglès per a recordar tots els molts aspectes que caldria avaluar davant una nova tecnologia o, més concretament, una nova realització tecnològica. La sigla és EPISTLE i recull el fet que la tecnologia té molts més efectes que els simplement ambientals.

EPISTLE procedeix de:

E — *Environmental* o entorn

P — *Psychological* o psicològic

I — *Institutional and Political* o institucional i polític

S — *Social* o social

T — *Technological* o tecnològic

L — *Legal* o legal

E — *Economic* o econòmic

- És a dir, a l'avaluació dels impactes mediambientals cal afegir altres aspectes imprescindibles, com:
- P) l'estudi dels efectes psicològics tal vegada per a acostumar-nos a l'ús de noves tecnologies, o per les conseqüències psicològiques de l'atur que, per exemple, poden generar noves tecnologies més eficients;
  - I) els efectes institucionals i polítics que es desprenen d'una nova realitat tecnològica, com podria ésser la democràcia electrònica no delegada, ans al contrari directament participativa, ja possible avui dia;
  - S) l'impacte de noves realitzacions tecnològiques en les formes organitzatives de les societats que desenvolupen o utilitzen una determinada tecnologia;
  - T) l'impacte en d'altres tecnologies prèviament existents;
  - L) els canvis que han de sorgir en el sistema legal que cal adaptar i posar al dia davant noves possibilitats de delictes abans impensats i a més a més impossibles sense les noves realitzacions tecnològiques. Així passa avui en dia amb les possibilitats de nous delictes que sorgeixen, per exemple, de les noves tecnologies de la informació; i
  - E) els inevitables efectes econòmics que una nova realització tecnològica més eficient pot comportar.

## QUI I COM AVALUA LES TECNOLOGIES: EL PAPER DELS EXPERTS

Ningú no s'atreveria pas a negar el gran paper que la ciència i la tecnologia, o tal vegada millor la *tecnociència*, fan en el món d'avui. Però massa vegades la ciència i la tecnologia, per les seves pròpies característiques, romanen tancades en un món restringit als experts. Uns experts que, a més, cada dia que passa estan més i més especialitzats i mantenen menys contactes fins i tot amb d'altres científics i especialistes en tecnologia que no treballin en la mateixa especialitat concreta.

La tecnociència utilitza un llenguatge molt específic, tant pel que fa als conceptes i denominacions que empra com pel que fa a la matemàtica amb la qual s'expressen sovint els resultats assolits i, també, molts dels camins recorreguts en la recerca. Un llenguatge no sempre a l'abast dels qui no són especialistes en cada matèria en concret.

En la societat moderna, la democràcia delegada fa descansar la decisió final sobre tantes i tantes coses en els representants democràticament escollits. Però, quan ens referim a la tecnociència, el cert és que aquests representants tampoc no tenen els coneixements suficients per a abastar el significat últim de les seves decisions. No tenen prou domini de la tecnociència per a realitzar per si mateixos la necessària avaluació de tecnologies. Per això els polítics utilitzen els experts.

Els experts, sovint en grups pluridisciplinars per a abastar la multiplicitat de camps que ens recorda EPISTLE, són cridats a fer avaluacions de tecnologies. Però cal recordar que no sempre els experts són lliures del tot. Hi ha interessos concrets ben evidents i, de vegades, manca també una visió prou general per culpa de l'exagerada especialització necessària en la tecnociència dels nostres dies.

L'exemple més evident és el cas de les avaluacions de l'impacte de la utilització generalitzada de l'energia nuclear. Ens trobem aquí amb diverses avaluacions de tarannà ben diferent, segons si procedeixen d'enginyers professionals que viuen del seu sou com a assalariats en aquest camp tecnològic, o si són professionals procedents d'altres àmbits menys compromesos directament en les diverses aventures que el capital ha abordat en el camp de l'energia nuclear.

Hi ha més exemples.

Quan, durant la presidència de Ronald Reagan, es va llençar als EUA el projecte de la SDI, la Iniciativa de Defensa Estratègica que la premsa va anomenar popularment *guerra de les galàxies*, va haver-hi prou dubtes. Alguns informàtics dubtaven (i dubtem) d'un sistema de defensa completament automatitzat i dependent només d'uns programes suposadament lliures d'errors. Els informàtics sabem que els programes sense errors, simplement, no existeixen... Per afrontar les discussions i l'oposició que creixia, els polítics van convocar una reunió d'experts. Afortunadament un dels experts presents en una de les reunions més importants d'avaluació de la SDI, David Parnas, va ser prou honest per a abandonar la reunió i publicar els seus dubtes sobre el procediment: resulta que tots els experts presents estaven involucrats en projectes de recerca que depenien de finançament provinent del Departament de Defensa i, de fet, tal i com va denunciar Parnas, no eren pas lliures per donar una opinió realment imparcial.

Aquest és un exemple més de la dificultat de l'avaluació honesta i real de tecnologies si es deixa només en mans de polítics i experts. Un exemple que es complementa en el fet que Parnas va haver d'acabar treballant com a investigador al Canadà, tal vegada per efecte de la seva denúncia d'un fet com el que acabo d'esmentar.

Afortunadament Parnas no és l'únic. Cada vegada més, en el si de les organitzacions dels professionals de la tecnologia arrela la necessitat d'ésser conscients del gran poder transformador de la tecnociència. Moltes associacions d'enginyers es doten avui de codis ètics a l'estil del famós jurament hipocràtic dels metges. És més, es parla de l'obligació d'enginyers i especialistes en tecnologia de donar el senyal d'alerta (*whistle blowing*, en diuen: «fer sonar el xiulet») quan són conscients d'un perill concret que una determinada utilització tecnològica por comportar.

## TECNOCIÈNCIA I DIVULGACIÓ

Malgrat tot, és important no conformar-se amb el coneixement d'experts sotmesos a possible manipulació per part dels polítics o atrapats en la comprensible por de perdre el seu mitjà de vida i la feina. La realitat del gran impacte de la tecnologia en la vida quotidiana de la societat actual fa del tot imprescindible que els ciutadans siguin capaços, almenys, de formar el seu propi judici sobre allò que ofereix la tecnologia i intentar de preveure'n les conseqüències.

Ningú no s'atreveix avui a negar la responsabilitat social dels creadors de la tecnociència en el món modern. No existeix la ciència o la tecnologia absolutament neutra. Però tot i aquesta responsabilitat abans comentada, és, a més, del tot imprescindible ajudar a fer entendre els resultats i l'abast de la tecnociència al gran públic format per no especialistes.

Aquesta és una tasca que, malauradament, no tots els científics o investigadors en tecnologia volen ni poden abordar. A molts els sembla que deixar per un moment el rigor del mètode científic i el llenguatge matemàtic els deixa en certa forma orfes. I segurament és cert.

I cal dir que la tasca de divulgar la ciència i la tecnologia necessita ments potents i capacitades que puguin, d'una banda, entendre els conceptes i les formulacions matemàtiques amb què es basteixen la ciència i la tecnologia; però al mateix temps, cal també sintetitzar allò que en tot coneixement científic i tecnològic hi ha de més important i decisiu, precisament per a transmetre-ho a gent que no disposa de l'aparell conceptual o matemàtic que fa possible als especialistes d'entendre's entre si.

Ho sé per experiència: quan era només un estudiant dels darrers cursos d'enginyeria aeronàutica, una amiga que treballava de mestra em va demanar que expliqués als seus alumnes, de set i vuit anys, per què un avió fet de metall podia volar i, tot i ser més pesant que l'aire, no queia. Sense el recurs a con-

ceptes com la sustentació i la propulsió, a fenòmens com la capa límit, o a la matemàtica que expressava resultats aerodinàmics i de mecànica de fluids em vaig sentir realment orfe d'arguments. El que jo sabia, sense una posterior elaboració, no servia pas per a transmetre-ho als altres en casos com aquest. Val a dir que ho vaig resoldre recurrent a l'analogia i a petits experiments que permetessin als nens i nenes d'observar i constatar el fenomen de la sustentació de la seva pròpia mà fent-la sortir en diverses posicions per la finestra d'un cotxe en marxa (sempre amb el permís dels pares, és clar...). En aquell cas, la matemàtica, el llenguatge de la ciència i la tecnologia, no era adient, i calien altres recursos.

Des de llavors he respectat tant els científics i enginyers que creen de veritat la tecnociència, com aquells que són capaços de fer-la entendre als no especialistes. Si Einstein és admirable, no ho és pas menys Eddington, capaç d'expressar, per exemple, que la matèria deforma l'estructura de l'espai amb la brillant analogia del full elàstic tens i deformat localment per la presència de boles de metall. Fins i tot m'atreuria a dir que, en un món tan dominat pels efectes de la tecnociència, la tasca de divulgar-la em sembla, de vegades, tan difícil o més i, això segur, de tant mèrit i importància com la de construir-la.

Llàstima que massa científics i investigadors de la tecnologia, tancats en la seva torre d'ivori, es vulguin mantenir fins i tot voluntàriament a recer del contacte amb el món. D'acord amb els seus companys especialistes, no gosen avançar de forma creativa pel camí que persones com Eddington i d'altres han cobert amb tanta eficàcia.

Es curiós constatar com un erroni sentit del prestigi de la ciència idealitzada fa que persones tan brillants en les tasques de divulgació com, per exemple, Isaac Asimov o Carl Sagan hagin estat sempre, en certa forma, menystingudes per l'*establishment* científic. Cal dir aquí que Asimov, per exemple, va haver d'abandonar la universitat, tot i ser un brillant docent, conferenciant i divulgador, simplement per enfrontament amb companys més interessats en activitats suposadament de recerca i poc avesats a l'explicació planera del que feien. Cal dir qui és encara recordat per tanta i tanta gent, Asimov o el tal Chester Keefer que el va fer fora de la Facultat de Medicina de la Universitat de Boston l'any 1957?

Afortunadament en el cas de la necessària divulgació de la tecnologia hi ha un aliat curiós.

La realitat del mercat que vol vendre determinats artefactes fa que el públic en general conegui amb un cert detall determinats aspectes de la tecnologia, posem, de l'automòbil. Molta gent sap què és i com funciona un sistema d'injecció o un sistema de frens ABS. Cal que sigui així si els venedors volen tenir èxit en la seva activitat comercial. També passa ja quelcom de semblant en la tecnologia informàtica des que els microordinadors personals s'han convertit en un objecte més de l'omnipresent consum.

Però queda molt de camí per fer: com funciona una bàscula electrònica, què és un satèl·lit de comunicacions geoestacionari, com és possible una ecografia o un TAC, i un llarg etcètera que quasi no s'acabaria mai; tanta és ja la presència de la tecnologia en la vida quotidiana.

## **INNOVACIÓ, IMPERATIU TECNOLÒGIC I OBSOLESCÈNCIA PLANIFICADA**

Innovar és quelcom que fàcilment queda acceptat com a bo. En la tecnologia, innovar pot significar, per exemple, introduir tota mena de novetats en un procés o en un producte. Però, malauradament, en el complex món on vivim, no sempre n'hi ha prou amb això. A una tecnologia innovadora, sovint li cal quelcom més per arrelar en la societat que l'ha creada o, en darrer terme, adoptada.

De fet, la tecnologia i el seu ús depenen en certa forma de la societat que les adopta. Només així s'entén que nous desenvolupaments tecnològics com el paper, la pólvora o la brúixola produïssin efectes

tan poc dinamitzadors en la societat xinesa que els va inventar, o fossin tan importants (impremta, armes de foc o descobriments) en l'Europa de finals de l'edat mitjana que els va importar.

Fa ja temps que s'ha establert la idea del que hom, seguint Winner, anomena l'*imperatiu tecnològic*, que ens ve a dir que tota innovació, per a sobreviure, cal que transformi el medi social i tècnic on s'aplica.

L'exemple clàssic que s'acostuma a esmentar en aquest punt és el de l'automòbil. Per a bastir una *societat de l'automòbil*, no n'hi ha prou amb els invents aïllats del motor d'explosió i del cotxe. De fet va ser del tot imprescindible un cert temps de *difusió* que fes possible, per exemple, l'aparició d'una xarxa de carreteres per a circular, d'estacions de servei per a aprovisionar-se, de tallers mecànics que poguessin adobar les avaries, etc. Només llavors la tecnologia de l'automòbil va poder arrelar amb fermesa en la societat, modificant-la i canviant-la fins als nivells que avui podem fins i tot patir.

El problema és que, més sovint del que es pensa, ni tan sols n'hi ha prou amb tot això. Els experts diuen que cal també, junt amb la innovació tecnològica, una certa estratègia d'introducció dels nous elements tecnològics en la societat, de vegades fins i tot en forma que pot semblar, d'entrada, contradictòria.

A finals dels anys cinquanta, certes reflexions sobre la tecnologia no oblidaven pas l'entorn socioeconòmic on aquesta es desenvolupa i s'utilitza. Vance Packard, al seu llibre *The waste makers* (que es va traduir al castellà prou encertadament com *Los artifices del derroche*), es fa ressò d'una idea cabdal per a entendre el canvi tecnològic. Es tracta del que hom anomena *obsolescència planificada*: el disseny i la introducció del canvi, obligat, no sempre necessari, i degut bàsicament a motivacions econòmiques.

Poques formes hi ha d'expressar aquesta idea que resultin tan sòlides com la formulació de Brooks Stevens, dissenyador industrial, recollida per Packard al llibre abans esmentat: «Tota la nostra economia es basa en l'obsolescència planificada, i tots els que poden llegir sense moure els llavis ho haurien de saber ja a hores d'ara. Fabriquem bons productes, induïm la gent a comprar-los i, a l'any següent, hi introduïm deliberadament quelcom que farà que els productes anteriors quedin antiquats, fora de moda, obsolets... No és un malbaratament organitzat. És una sòlida contribució a l'economia.»

## LA POR DEL FUTUR

Aquesta exageració del canvi pel canvi (tan actual avui, per exemple, en les ja omnipresents tecnologies de la informació), em permet lligar el discurs (i ja era hora...) amb el segon dels exemples esmentats en començar.

Quan ens diuen que un ordinador com Deep Blue ha guanyat un gran mestre com Garry Kasparov ens preocupem, tot i que possiblement menys que davant de la possibilitat que es pugui clonar un ésser humà.

De fet, davant les màquines i els resultats de la tecnologia, hem tingut sempre una reacció curiosa. D'una banda les construïm i, de l'altra, ens preocupa el que puguin arribar a fer. Fa uns dos-cents anys, les màquines automogudes per la força del vapor van ser una sorpresa i un canvi important. Reaccions com les dels *luddites* que destruïen les màquines per salvar el treball dels humans podien semblar fins i tot lògiques. Tot canvi ens provoca una certa por.

Ara, quan fa dos-cents anys que tenim màquines que es mouen per si mateixes ja no ens preocupa el moviment automatitzat. Ningú no s'estranya avui que el cotxe més senzill vagi més de pressa del que mai ho aconseguirà el més ràpid dels humans, Carl Lewis. El moviment automàtic ja no ens preocupa. Ja hi estem acostumats.

Ara ens preocupa que una màquina pugui fer coses que, almenys fins avui, havíem cregut que només eren possibles en els éssers humans: calcular, processar dades i, per què no?, jugar a escacs. Per això la victòria de Deep Blue sobre Kasparov ens sembla important tot i que ningú no planteja fer una cursa entre Carl Lewis i, suposem, un sis-cents o un quatre cavalls...

Precisament per efecte de la ciència i de la tecnologia, de la tecnociència en general, el nostre segle ha vist una acceleració del factor de canvi que l'ha situat en un altre àmbit de percepció. Arribats al tombant del segle, les novetats que la tecnociència ens fabrica ens vénen a l'encontre amb gran rapidesa. Tal vegada més de la que estem preparats per a assolir. Alvin Tofler, a *El shock del futur* (1970), ens va parlar precisament d'això.

Fa cent o dos-cents anys era habitual en una persona que el món que coneixia en formar-se a la infantesa i l'adolescència acabés essent el mateix món, la mateixa societat en la qual acabaria els seus dies. Un centenar d'anys eren, llavors, pocs per a percebre els canvis. Ara els canvis generats per la tecnociència es presenten any rere any i, tal com ens demanava Tofler, hem d'aprendre a viure amb el canvi, amb ovelles com Dolly, amb ordinadors com Deep Blue i amb l'inexhaustible conjunt de novetats que la tecnociència ens aporta.

No és fàcil, però tal i com ens va dir Bertrand Russell «Cadaun dels avenços de la civilització han estat considerats com a innatursals mentre eren recents». Cal que aprenguem a viure amb el futur.

## BIBLIOGRAFIA

- CHALMERS, Alan F. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* 5a ed. Madrid: Siglo XXI, 1987.
- JOYANES, Luis. *Cibersociedad: Los retos sociales ante un nuevo mundo digital*. Madrid: McGraw Hill, 1997.
- LATOUR, Bruno. *Ciencia en acción*. Barcelona: Labor, 1992.
- MCGINN, Robert E. *Science, Technology and Society*. Englewood Cliffs (Nova Jersey): Prentice Hall, 1991.
- MAJÓ, Joan. *Chips, cables y poder*. Barcelona: Planeta, 1997.
- MITCHAM, Carl. *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona: Anthropos, 1992. (Nueva Ciencia; 2)
- QUINTANILLA, M. A. *Tecnología: un enfoque filosófico*. Madrid: Los Libros de Fundesco, 1989 (Colección Impactos)
- RIERA, Santiago. *Més enllà de la cultura tecnocientífica*. Barcelona: Edicions 62, 1994. (Llibres a l'Abast; 275)
- SANMARTÍN, José. *Tecnología y futuro humano*. Barcelona: Anthropos, 1990. (Monografías Científicas: Tecnología, Ciencia, Naturaleza y Sociedad; 7)
- SANMARTÍN, José; CUTCLIFE, Stephen H.; GOLDMAN, Steven L.; MEDINA, Manuel [ed.]. *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Anthropos, 1992. (Nueva Ciencia; 9)
- TEZANOS, José Félix; LÓPEZ PELÁEZ, Antonio [et al.]. *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Sistema, 1997.
- UNGER, S. *Controlling Technology: Ethics and the Responsible Engineer*. 2a ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1994.
- VOLTI, Rudi. *Society & Technological Change*. 2a ed. Nova York: St. Martin's Press, 1992.
- WAGAR, W. Warren. *Breve historia del futuro*. Madrid: Cátedra, 1991. (Teorema)