



QÜESTIONS ÈTIQUES ENTORN DE LA CIÈNCIA I LA TECNOLOGIA

Climent Nadeu

No fa gaire temps, en aquest mateix segle, semblava que el progrés científic-tecnològic havia de salvar la humanitat. Guariria les malalties, erradicaria la pobresa, proporcionaria energia il·limitada,... Per als positivistes lògics, la ciència moderna era el model de racionalitat pura, rigorosa i imparcial a imitar en les altres esferes del pensament.

Al llarg del segle XX, i sobretot des de la Segona Guerra Mundial, la concepció de la ciència i la tecnologia ha sofert grans canvis. Entremig han passat moltes coses de diferent signe: antibiòtics, Hiroshima i Txernòbil, arribada a la lluna, cursa d'armaments, manipulacions genètiques, forats en la capa d'ozó, accentuació del desequilibri nord-sud, ús generalitzat del telèfon, el televisor i aviat els ordinadors personals, etc. Esdeveniments que ens han fet veure les potencialitats de la ciència i la tecnologia, però també la problemàtica que generen.

Corresponentment, la concepció filosòfica de la ciència i la tecnologia també ha anat evolucionant. Tot i que a molts àmbits es manté encara la ingènua imatge convencional de la ciència moderna i es contemplen les tecnologies com a aplicació de la ciència, lentament es va obrint pas una visió més complexa i realista: la

ciència no és recerca pura de la veritat, sinó que ciència i tecnologia formen un complex entrellat, l'anomenada tecnociència; la qual no és un instrument neutre en mans de la societat, sinó que reflecteix els valors dels grups socials rellevants. Com a conseqüència d'això, les consideracions ètiques han anat adquirint progressivament més rellevància en el món de la ciència i la tecnologia.

LA CIÈNCIA MODERNA

La imatge convencional de la ciència moderna pura ens la presenta com a recerca racional de les lleis que regeixen els fenòmens naturals. Els enunciats de les teories científiques, expressats amb llenguatges

rigorosos i matemàtics, són confirmats per l'experimentació, amb la resposta que la natura dona a les preguntes implícites que plantegen els experiments. Aquesta és la imatge potenciada pels positivistes lògics a principis del nostre segle. Més endavant, Popper li donava un gir afirmant que el més característic de la ciència és el seu caràcter hipotètic i d'obertura a tot intent possible de falsació. Els enunciats científics són provisionals, vàlids mentre no es pugui demostrar la seva falsedat, no existint, per tant, el saber absolutament segur.

Aquesta imatge -ben corrent encara- de la ciència com a des-cobriments (si més no provisional) del que és la realitat natural a través d'un procés objectiu i unívoc, és fortament contestada avui dia per certs sectors filosòfics. L'any 1962, amb la seva famosa obra «L'estructura de les revolucions científiques», Kuhn mostrava com el coneixement no avança de forma lineal i progressiva sinó a través de crisis o revolucions científiques en les que es posen en qüestió els paradigmes (és a dir, els móns conceptuals i instrumentals de la col·lectivitat científica d'una disciplina particular). Aquesta posició relati-

vista respecte del coneixement científic és encara més accentuada en el recent constructivisme, visió pragmatista segons la qual els enunciats científics no són veritables o falsos sinó més o menys útils o apropiats a un context social.

*La ciència moderna,
basada en el procediment
experimental, presentava
ja des de l'inici la
potencialitat d'esdevenir
operativa*

RELACIÓ ENTRE CIÈNCIA I TECNOLOGIA. LA TECNOCIÈNCIA.

La tècnica comprèn la diversitat de capacitats i coneixements operatius que posseeix la societat i, a diferència de la ciència, no cerca la fonamentació racional dels fenòmens, sinó el coneixement instrumental que permet produir resultats útils. La tecnologia, entesa com a fabricació i ús d'artefactes, resulta del trobament de la tècnica amb la ciència.

CLIMENT NADEU és professor del departament de Teoria del Senyal i Comunicacions. Imparteix docència a les assignatures Xarxes i Processament del Senyal a l'ESTSEB, i fa recerca en el Tractament de la Parla.

La ciència moderna, basada en el procediment experimental, presentava ja des de l'inici la potencialitat d'esdevenir operativa. El mateix Galileu, per exemple, posseïa amplis coneixements i interessos tècnics, i es va ocupar de la caiguda dels cossos mogut pels problemes de la balística. A més a més, la ciència, que buscava la comprensió de la natura, va anar assumint també com a objectiu el seu domini; la filosofia de Bacon n'és un bon exponent. Tot plegat va fer que ciència i tècnica anessin interaccionant cada vegada més, sobretot a partir de la Revolució Industrial. La ciència desenvolupà en els laboratoris les seves pròpies construccions tècniques (tecnològiques) que li permetien produir els experiments, les quals, per altra banda, eren aplicables a la indústria, com -per exemple- en el cas de l'electricitat i el magnetisme.

Actualment, el resultat d'aquesta evolució és un complex entrellat on ciència i tecnologia són difícilment destriables. Un exemple: l'anomenada ciència dels ordinadors o la teoria de la informació, són ciència o són tecnologia?. Per això es parla de tecnociència per a referir-se a aquesta realitat tot remarcant el caràcter tecnològic de la ciència actual. No es pot ja afirmar, doncs, que la tecnologia és el resultat de l'aplicació de la ciència; o bé que la ciència cerca tan sols el coneixement i, en canvi, la tecnologia, igual com la tècnica, la utilitat i l'eficàcia.

Potser fins a la Segona Guerra Mundial es podia separar una ciència aplicada, que es feia als laboratoris industrials, d'una ciència pura, menys tecnològica, que es feia principalment a les universitats. Avui es parla significativament de programes de R+D, recerca i desenvolupament, tant per a les institucions acadèmiques com per a les industrials. Per altra banda, com que només governs i multinacionals poden aportar els grans mitjans que la tecnociència requereix per a desenvolupar-se, la recerca és orientada i controlada per les institucions. D'aquesta manera, la llibertat de recerca, característica de les universitats d'abans, ha quedat molt disminuïda.

En resum, tradicionalment ha predominat la visió que considera la tecnologia com a aplicació o producte de la ciència, però actualment hem de

parlar d'una mútua imbricació d'ambdues. Fins i tot hi ha filòsofs que van més enllà i contempen la ciència com a activitat essencialment tecnològica.

LA TECNOCIÈNCIA NO ÉS NEUTRA

La capacitat de la tècnica per produir béns i millorar les condicions de l'home sobre la terra s'ha fet palesa des que l'home existeix, però mai no havia estat constatada tan clarament com en la història recent, des de l'aparició de la tecnologia lligada al desenvolupament científic. Això ha desvetllat una fe generalitzada en la bondat i la utilitat del progrés tecnològic, de manera que sempre és ben rebuda la introducció en el mercat d'un producte que incorpori alguna innovació tècnica (una forma molt estesa de fer propaganda d'un producte consisteix a afirmar que és «nou» i indicar-ho amb lletres ben visibles). És l'anomenat imperatiu tecnològic.

Certament, es reconeix que l'impacte d'alguns desenvolupaments de la tecnociència ha tingut i té aspectes clarament negatius, com el de la degradació medioambiental. Però es creu que és únicament un problema de bona o mala utilització per part de la societat d'uns avenços que són positius per naturalesa. Els mateixos que treballen en el desenvolupament de la tecnociència participen d'aquesta fe generalitzada i creuen -naturalment- en la capacitat de la societat i les seves institucions per decantar en sentit positiu el balanç dels impactes de les seves innovacions tecnocientífiques. És una visió ingènua de la realitat tecnocientífica que no troba cap inconvenient en l'avenç cap a una tecnificació cada cop més estesa guiada per l'imperatiu tecnològic.

Aquesta visió generalitzada es basa en una imatge de la ciència i la tecnologia que considera la ciència

com a recerca de les lleis veritables de la natura i la tecnologia com a aplicació de la ciència. Per consegüent, no es qüestiona la bondat intrínseca de la ciència, ja que les seves aplicacions es veuen com a quelcom extern a ella. I la tecnologia apareix com a instrument, essent, per tant, ideològicament neutral, és a dir, compatible amb qualsevol model social. D'aquesta imatge se'n desprèn, doncs, que no és la tecnologia (i menys encara la ciència) la que genera qüestions ètiques, sinó la seva utilització pel poder polític i econòmic.

Obviament, aquesta forma d'entendre-ho no és compatible amb la concepció de la ciència i la tecnologia que s'ha descrit abans sota el nom de tecnociència. L'activitat

científico-tecnològica s'ha de veure com un tot i el seu objectiu és, bàsicament, la dominació de la natura i la transformació del món (sense negar, però, que la recerca del coneixement per si mateix pugui ser un objectiu important per a la persona del científic o tècnic). Aquest mateix objectiu de caire utilitari fa que la tecnociència estigui estretament vinculada al sistema econòmic-industrial actual.

La forta influència de la societat, o millor dit, dels grups socials rellevants sobre la tecnociència es fa evident quan s'estudia de prop la consecució d'un avenç tecnològic. La tecnociència ve condicionada pels valors i els models socials d'aquests grups. I, en sentit contrari, les tecnologies influeixen sobre la societat modificant les formes de viure, fins i tot de manera no prevista pels partidaris de la seva implantació. Winner diu que algunes tecnologies són adaptables a diferents contextos socials i, per tant, són ambivalents, però hi ha tecnologies que no són flexibles, sinó que tenen la capacitat d'imposar certs trets a la societat on s'implanten. Un exemple: el ferrocarril va accelerar i ampliar l'escala del moviment i el transport, originant nous tipus

Certament, es reconeix que l'impacte d'alguns desenvolupaments de la tecnociència ha tingut i té aspectes clarament negatius, com el de la degradació medioambiental



de ciutats, independentment de la càrrega que transportés o del país on funcionés. Per això alguns filòsofs han parlat de l'autonomia de la tecnologia.

La conseqüència de tot plegat és que no hi ha neutralitat possible per a l'activitat tecnocientífica i, per tant, ni per a la tecnologia ni per a la ciència. La tecnociència pot estar al servei de la humanitat o, al contrari, pot imposar-li el seu poder tot servint els interessos d'uns privilegiats del moment actual. Es fa necessària, per tant, la reflexió sobre les finalitats que s'han de perseguir amb el desenvolupament tecnocientífic. Hem de generar la capacitat de triar quin tipus de tecnociència volem i per a què la volem. I això vol dir estar disposats a renunciar, a posar límits.

Abans, però, de continuar amb aquest tema del control de l'activitat tecnocientífica, ens fixarem en algunes qüestions ètiques concretes que planteja la tecnociència.

Abans, però, de continuar amb aquest tema del control de l'activitat tecnocientífica, ens fixarem en algunes qüestions ètiques concretes que planteja la tecnociència.

Alguns aspectes de la problemàtica ètica de la tecnociència

- Ens fixarem en quatre aspectes:
 - 1) riscos o perills,
 - 2) canvis de formes de vida que poden atentar contra certs valors,
 - 3) foment dels desequilibris entre persones, classes socials i països, i
 - 4) producció d'armament.

Anem a repassar-los un a un, relacionat-los principalment amb les tecnologies de la informació i les comunicacions (TIC).

1. Els riscos més evidents que comporten les aplicacions tecnocientífiques (no militars) es troben en l'àmbit medioambiental. Tothom reconeix amb més o menys grau el risc, o potser caldria dir el perill, que comporten l'explotació de l'energia nuclear, l'escalfament de la terra, l'acumulació de residus, etc. Que els països rics estem consumint ràpidament els recursos de la terra i que, al capdavall, el tipus de desenvolupament que s'està produint no és sostenible, de manera que

al ritme actual deixarem una terra inhabitable per als nostres descendents.

Ja seria un gran progrés que la nostra societat es plantegés seriosament la consecució d'un desenvolupament sostenible, és a dir, el que «satisfaria les

*Ja seria un gran progrés
que la nostra societat es
plantegés seriosament la
consecució d'un
desenvolupament
sostenible.*

necessitats de les generacions actuals sense comprometre la capacitat de les generacions futures per satisfer les seves pròpies necessitats». Significaria que acceptem posar uns límits al que considerem el nostre benestar, que està basat en l'ús de

la tecnociència. Costa, però, encara d'imaginar que -per exemple- tots plegats renunciem en gran mesura a fer ús del nostre cotxe particular.

2. La capacitat de conformació de la vida de les persones que presenta la tecnociència pot anar en contra de certs valors, ja sigui de forma prevista i buscada, o sigui una conseqüència imprevista de la seva utilització. Mostrem alguns exemples relacionats amb les TIC.

En primer lloc, les TIC poden arribar a canviar substancialment les formes de vida social.

Les persones tenen -i tindran cada cop més- contacte amb els ordinadors substituint la seva relació amb altres persones. Per altra banda, la bidireccionalitat de les noves formes de comunicació, permetrà estar en relació a través d'un sistema multimèdia amb persones situades en un altre lloc i moment, però serà una relació mediatitzada per la tecnologia.

L'amenaça a la privacitat (i, consegüentment, als valors per als quals és rellevant) per part dels ordinadors que manipulen grans bases de dades ha estat el principal tema de reflexió ètica sobre la informàtica des de principis dels seixanta. És el perill que representaria per als ciutadans d'un estat totalitari. Però també el fet que un petit error pot causar un gran perjudici a la persona afectada; com que existeix una transferència de bases de dades entre institucions o empreses, l'error es pot escampar, resultant impossible corregir-lo a tot arreu. A més a més, si

s'arribés a centralitzar tota la informació sobre les persones i es permetés un accés públic a aquesta informació, les relacions personals es veurien alterades.

Abans de l'era de la microelectrònica les institucions ja recollien dades sobre les persones.

El problema s'origina a causa de la facilitat de concentració de dades i la facilitat de manipulació que permeten els ordinadors. Com a resultat de l'intens debat hagut en aquest tema, a les societats democràtiques s'accepta que cada persona ha de tenir control sobre la informació que es disposa d'ella. Així, cadascú ha de tenir el dret legal a inspeccionar les dades recollides que l'afecten i a poder modificar-ne les errònies.

Les TIC fan possible també una altra forma d'atac a la privacitat. Es tracta de la vigilància electrònica amb micròfons o càmeres, la interceptació de trucades i correu electrònic, etc.

Es fàcilment imaginable que podem acabar essent quasi continuament observats electrònicament i les nostres accions passar a ser emmagatzemades com a dades d'un sistema centralitzat. Quan aquesta vigilància és per raons de seguretat pública, apareix la necessitat de buscar un equilibri entre seguretat i llibertat.

3. Una conseqüència clara de la implantació de les TIC és la producció d'atur causat per l'automatització. Sobre tot, se suprimeixen llocs de treball rutinari i repetitiu, on les màquines poden resultar més rentables que la mà d'obra. És veritat que també es generen nous tipus de feines, més especialitzades, però el balanç global sembla clarament decantat cap a l'increment de l'atur, almenys a curt termini. A més a més, en el futur els ordinadors podrien passar a substituir les persones en feines millor qualificades, com en la presa de decisions, gràcies a l'anomenada intel·ligència artificial. La qüestió és, lògicament, si la societat sabrà respondre-hi adequadament, reduint la jornada laboral, retribuint feines que no es consideren productives, etc.

La utilització d'aquestes noves tecnologies requereix una formació adient. Això pot implicar que cada cop més gent vagi quedant al marge del món del treball. Les dones solen ser les més perjudicades, ja que són elles qui sobretot ocupen els llocs de treball

que van essent substituïts per les màquines.

Les TIC facilitaràn la realització flexible del treball tant en el temps com en l'espai. Una bona part del treball (es diu que el 50%) es podrà fer des de casa mateix, sense necessitat de desplaçar-se al lloc de treball. Això dona certament unes possibilitats, però també comporta un risc de sobreexplotació, en quedar el treballador més aïllat, a part de significar una reducció de les relacions personals.

Per últim, no es pot deixar d'esmentar un dels problemes actuals més dramàtics: la misèria que pateix una gran part del nostre món. Evidentment, la tecnociència també hi està implicada, ja que és la base de la producció industrial i aquesta és monopolitzada pels països rics en detriment dels països pobres. Aquests últims han de cercar quines tecnologies els són més apropiades a la seva realitat cultural i econòmica, i considerar tant el cost i l'adequació a la infraestructura del país com les possibilitats de fer-ne un manteniment correcte.

4. S'estima que una tercera part de tota la despesa mundial en R+D s'esmerça en aplicacions militars. En el pressupost dels EUA i altres països, el percentatge és superior al 50%. És habitual sentir a dir com a argument addicional a favor d'aquestes fortes inversions que, gràcies a la R+D en armament, s'han desenvolupat tecnologies que després han beneficiat la indústria i les aplicacions civils. Són les anomenades tecnologies de doble ús. Concretament, les TIC van ser inicialment desenvolupades als EUA a l'empar del Departament de Defensa i aquest continua aportant una part important de la seva financiació. De fet, el sector de les TIC i, en general, de l'electrònica ha tingut un gran pes en el desenvolupament d'armes des de la Segona Guerra Mundial. Actualment, l'electrònica representa un 35% del cost d'un avió de combat i el 45% d'un míssil. Es diu, però, a favor d'ella que afavoreix més la defensa que l'atac.

Al mateix Estat Espanyol, les fortes inversions en R+D realitzades pel Ministeri de Defensa en els darrers anys han volgut ser parcialment justificades amb l'argument d'afavorir el creixement de la indústria espanyola i

pel benefici indirecte en aplicacions civils. La qüestió és: què passaria si els mateixos fons s'invertissin en R+D d'aplicació civil?. Segons alguns estudis, hi ha fortes raons per creure que la difusió de la tecnologia militar al camp civil no resulta gaire fluida. Entre les barreres que dificulten aquesta difusió tenim: 1) el secretisme que envolta la R+D militar; 2) els requeriments altament específics de moltes aplicacions militars; 3) el poc esforç que es dedica a millorar el procés de fabricació per manca de competència; i 4) un inflament dels costos causat, entre altres raons, per la disposició a pagar una qualitat superior a gairebé qualsevol preu. Es aquest interès per aconseguir fons públics amb relativa facilitat -i no pas raons ideològiques- el que mou a les empreses i també als grups universitaris a participar en projectes de R+D militar.

CONTROL DEMOCRÀTIC I EDUCACIÓ

Estem immersos en un corrent de tecnocientificació de la societat que sembla no tenir fre.

Ens està aportant molts beneficis, principalment als habitants dels països rics, però també està emmotllant les nostres formes de vida i creant problemes d'enorme magnitud, difícils de superar. Sortosament, però, va augmentant a poc a poc la consciència de la necessitat d'un més gran control social i polític sobre la tecnociència.

Per a dur a bon terme aquest control s'han de multiplicar tant les avaluacions de la implantació de tecnologies com els estudis de previsió. Certament, no resulta fàcil preveure com serà l'impacte d'una nova tecnologia; però si aquest només s'observa a posteriori, quan la tecnologia ja ha estat desenvolupada i es comença a aplicar, existeixen llavors forts interessos per a rendabilitzar-la. A més a més, com que una previsió ben feta pot requerir un temps llarg durant el qual no es pot implantar encara la tecnologia, els estudis de previsió poden produir una desacceleració del progrés tecnocientífic que cal acceptar. Per altra banda, la relativa autonomia de certes tecnologies suau esmentada porta directament a considerar la possibilitat i conveniència de posar límits al desenvolupament tecnocientífic. S'ha plantejat el tema en

l'enginyeria genètica, però potser es podria estendre també a altres tecnologies.

Sembla que es va acceptant la idea que els ciutadans tenen dret a participar en la presa de decisions relatives a la tecnociència. L'expertesa dels científics o tècnics no és raó suficient per a deixar les decisions exclusivament en les seves mans, ja que la seva àrea d'especialitat sol ser molt reduïda i, a més, estan directament implicats en les decisions.

Tanmateix, no està clar com fer operativa aquesta participació ciutadana. Caldria, ben segur, un gran esforç educatiu de la població. Una alfabetització científico-tecnològica que no es reduís a un conjunt de coneixements. Es tractaria de facilitar la comprensió dels problemes socials originats per la tecnociència i la formació d'una consciència crítica respecte d'aquests problemes. Aquest tipus d'educació és potser més necessària encara a les universitats politècniques.

Contràriament al que succeeix en altres països, però, els ensenyaments de tipus sociohumanístic són pràcticament inexistent a les nostres escoles d'enginyeria.

BIBLIOGRAFIA

- ERMANN, M. WILLIAMS M., GUTIÉRREZ C., Oxford Univ. Press, 1990.
- ESCODÉ, J.M. "Impacte ètic del desenvol. tecnològic", a *El desafiament de les noves tecnologies. Qüestions de Vida Cristiana*, n. 139, 1987.
- FISAS V., *La militarització de la ciència*, La Magrana (Fund. Jaume Bofill), 1989.
- INVESCIT, *Filosofia de la tecnologia*, revista *Anthropos* n. 94-95, 1989.
- JOHNSON D.G., *Computer ethics*, Prentice-Hall, 1985.
- KUHN T., *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo Cult. Econ., 1981.
- LATOUR, B., *Ciencia en acción*, Labor, 1992.
- MEDINA M., «La construcción de la tecnociencia», a *Elementos d'història de la tècnica*, S. Riera i Tuèbols, AEIC, 1995.
- MEDINA M., SANMARTIN J. (EDS.), *Ciencia, tecnología y sociedad*, Ed. *Anthropos*, 1990.
- MITCHAM C., *Qué es la filosofía de la tecnología*, Ed. *Anthropos*, 1989.
- POPPER, K., *La lógica de la investigación científica*, Ed. Laia, 1985.
- RIERA I TUÈBOLS, S., *Més enllà de la cultura tecnocientífica*, Edicions 62, 1994.
- ROSAK T., *El culto a la informació*, Ed. *Crítica*, Barcelona, 1988.
- WINNER L., *La ballena y el reactor*, Gedisa, 1987.

