

LA CIENCIA AL LLINDAR DEL SIGLO XXI

HERIBERT BARRERA I COSTA

Membre emèrit de la Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut d'Estudis Catalans
Antic Professor de la Universitat Autònoma de Barcelona

SUMMARY

Science at the threshold of XXIst century

Some features of the scientific activity in today's world are commented, especially those that, according to the author's opinion, are the most able, from an external point-of-view, rather sociologic in character, to exert some influence on the evolution of science in the near future. Three main topics are developed: a) structure and limits of science, b) relationship among science, technology and society, and c) the growing gaps between science and humanistic culture and between science and religion.

INTRODUCCIÓ

Fins i tot limitant-me, com faré en tot el que segueix, al que se sol anomenar "ciències dures", seria presumptuós intentar fer conjeitures sobre els camins que seguirà la ciència en el decurs del segle XXI; tant més quan, com tots sabem, les innovacions radicals, que són les que més compten, són del tot imprevisibles. El meu propòsit és molt més modest: recordar simplement alguns trets que em semblen importants de l'esdevenir actual de la ciència i que, des d'un punt de vista exterior, més aviat sociològic, em sembla probable que influeixin sobre la seva evolució futura.

El tema és vastíssim i és impossible tractar-lo aquí amb el rigor i l'extensió que es mereix. Em limitaré, doncs, sense cap pretensió d'originalitat, a algunes consideracions molt generals relatives a tres eixos principals: l'estructura i els límits de la ciència; les relacions entre ciència, tecnologia i societat, i finalment, la distanciació entre ciència, cultura humanística i religió.

LA CIÈNCIA ES DESJERARQUITZA

L'evolució recent de la ciència en el seu conjunt i els seus desenvolupaments avui previsibles exclouen la idea clàssica de la jerarquització de les ciències particu-

lars, en la línia de les classificacions d'Auguste Comte i posteriors. La idea d'una jerarquia es basava fonamentalment en tres criteris: el diferent grau de matematització; el diferent grau d'independència respecte a la resta de coneixements científics, i, en fi, la possibilitat de derivació a partir de ciències més bàsiques.

El criteri de la matematització ve de lluny. Kant, representant una idea que ja havia expressat Leonardo, va dir que en les ciències de la natura hi ha ciència només en la mesura que hom hi troba matemàtiques. Pel que fa a la independència, està admès que la Química necessita de la Física, i la Biologia de la Física i de la Química, mentre que les inverse no són certes. I respecte a la derivació, fins no fa massa anys existia la creença que, amb capacitat de càlcul suficient, la Química podria algun dia derivar-se íntegrament de la Física, i la Biologia de la Física i de la Química. De la consideració conjunta dels tres criteris es deduïa una mena de jerarquia natural segons la qual la Física ocuparia el lloc preeminent, després de les ciències abstractes, és a dir, de la Matemàtica i de la Lògica. A continuació venia la Química i així successivament s'establí un ordre, de suposada elevació i puresa, que de vegades fins i tot s'extrapolava a les persones que investiguen en les diferents branques del saber.

Aquesta jerarquització va ésser cada vegada més insostenible. La matematització no és un criteri necessari ni suficient de subtileza i de profunditat de pensament. La distinció pascaliana entre l'"esprit de finesse" i l'"esprit de géométrie" es manté pertinent des d'aquest punt de vista. D'altra banda, les fronteres entre les diverses ciències esdevenen cada vegada més difuses i la necessitat creixent d'un enfocament interdisciplinari de molts problemes demostra que la interrelació té lloc en molts sentits. En fi, no hi ha derivació general possible d'unes ciències respecte a les altres. Sense que calgui fer intervenir cap consideració holística, és ben clar que, malgrat els resultats de la Química quàntica, la Química no és reductible a la Física. I molt menys encara la Biologia és reductible a la Física i la Química.

Exclosa tota jerarquia, no hi ha un patró comú que permeti jutjar del valor i de la importància comparatives de les descobertes presents i futures en les diverses branques de la ciència. Què té més importància i més mèrit: la demostració del darrer teorema de Fermat o la possible unificació de les quatre interaccions fonamentals? un possible trasplantament de cervell sencer en animals o un pas decisiu en el camí de la intel·ligència artificial? la descoberta del bosó de Higgs o la d'una vacuna eficaç contra la sida? Podrien potser establir-se criteris pel que fa a la importància, però no hi ha resposta possible pel que fa al mèrit. És a dir, no hi ha quantificació general possible del valor intrínsec de les descobertes en ciències diferents i per tant tota avaluació comparativa reposa sobre criteris forçosament arbitraris i subjectius.

Evidentment, si es rebutja la jerarquització de les ciències "dures", tampoc no és admissible situar en un pla inferior les ciències humanes. Que no siguin "exactes", que llurs certituds siguin d'una altra natura, no implica diferència de nivell. I si no es poden fer comparacions quantitatives entre els resultats de les diverses ciències "dures", menys encara és possible de fer-ne entre els de les

ciències de la natura i els de les ciències de l'home. A més, no hi ha cap dubte que per a avançar en unes i altres, per a assolir-hi l'excel·lència o determinar-hi "revolucions" i ruptures, els esforços intel·lectuals són del mateix ordre.

LA CIÈNCIA CONTINUA EXPANDINT-SE I NO SE SIMPLIFICA, NI S'ALBIRA LA SEVA FI

És ben conegut que la quantitat de coneixements científics ha anat creixent exponencialment en els dos darrers segles, i continua creixent a un ritme sostingut. Es calcula que en el darrer decenni el nombre d'articles publicats per any a les revistes científiques s'ha multiplicat per 10. I pel que fa als camps de recerca, llur diversitat augmenta també molt depressa i assoleix xifres cada cop més grans. Citaré només una informació manllevada a Lluís A. Santaló: el 1990 la revista "Mathematical Reviews" distingia en la Matemàtica 94 grans especialitats i més de 4500 subespecialitats. Aquestes xifres serien segurament no menys altes si de la Matemàtica passéssim a la Física, a la Química o a la Biologia. La conseqüència immediata d'aquest fet és l'ultraspecialització i la divisió del treball en un mateix camp de recerca, divisió que de vegades arriba a tal punt que esdevé contraproductiva. Els esforços per a superar alguns dels inconvenients de l'especialització mitjançant el foment de la interdisciplinarietat són un pal·liatiu però no un remei.

Però això no és tot: no hi ha solament un creixement quantitatiu, hi ha també un increment de la complexitat. Cada cop s'afina més en les mesures, cada cop les eines matemàtiques són més sofisticades i els aparells i instruments de la recerca experimental són més complicats. A més, per als problemes inaccessibles a l'experiment, on intervenen massa variables perquè sigui possible el càlcul directe, el desenvolupament de les supercomputadores ha obert una nova via d'atac, la simulació, la qual es troba a mig camí entre la teoria i l'experimentació (sense ésser ben bé ni una cosa ni l'altra) i aporta indiscutiblement eficàcia, però no simplicitat.

No és previsible que la complexitat es redueixi. Els esforços per a complir amb el criteri epistemològic de perfecció interna d'Einstein (eliminació d'hipòtesis *ad hoc* buscant que les teories derivin de principis generals), fins i tot quan tenen èxit són rarament suficients. Les sistematitzacions, les generalitzacions, poden pal·liar el problema, però no resoldre'l. A més, quan la simplificació conceptual condueix a equacions que són molt generals però que només poden resoldre's en casos molt simples, això no significa simplificació operativa. L'equació de Schrödinger, de la Mecànica Quàntica, n'és un exemple. Les equacions d'unificació de les forces fonamentals, si és que s'obtenen, és molt possible que siguin un altre exemple de la mateixa dificultat.

Moltes vegades s'ha pretès que la ciència, o almenys alguna ciència, arribava als seus límits. A finals del segle XIX Lord Kelvin deia que la Física s'estava completant i que ben aviat no quedaria res per estudiar o descobrir. I a finals dels

anys 20 Max Born deia (probablement en pla de "boutade") que la Física s'enllestiria en poc més de sis mesos. Però de fet totes les profecies que la ciència estava arribant al seu acabament, s'ha demostrat que eren falses. Potser sí que en teoria es poden assignar límits, però fins ara, a mesura que ens hi acostem, aquests límits reculen. Si en aquest aspecte alguna cosa roman encara vàlida, és la vella metàfora de comparar la ciència amb una bola de neu: com més creix, més extensa és la seva frontera amb el món exterior desconegut, és a dir, més coses hi ha per investigar.

Per ara no es beslluma, doncs, cap límit al creixement de la ciència, tant si té lloc en el marc del que Kuhn anomena "paradigmes" ja existents, com si hi ha substitució de "paradigma" i es produeix el que ell ha anomenat una "revolució científica". Sobre si aquest creixement és pròpiament un progrés, pels científics professionals la cosa no ofereix el menor dubte, però alguns filòsofs (Lakatos, Kuhn) ho discuteixen. Per a Kuhn en particular, la mateixa definició de progrés científic és una tautologia.

El creixement sense límit de la ciència en extensió i complexitat té algunes conseqüències evidents. Per a progressar cal anar més enllà del que ja és conegut i per tant cal que l'investigador hagi arribat a la frontera dels coneixements i hi pervingui conservant empenya i delit per a la recerca. En fi, per a progressar calen, en molts casos, mitjans tècnics cada cop més costosos (la recerca en la Física de les partícules elementals i en les ciències de l'espai són exemples extrems). Adhuc per a tirar endavant les recerques purament teòriques es necessiten diners, cada cop més. Si malgrat tot això el progrés no s'atura sinó que, com hem vist, s'accelera, és per tota una sèrie de raons concomitants. En primer lloc, i això és el més important, perquè, almenys fins ara, la societat que, com veurem, treu profit de la recerca, continua disposada a finançar-la, almenys dintre de certs límits. En segon lloc, perquè la superespecialització facilita arribar depressa a la frontera, a base d'estrènyer el passadís que hi porta. En tercer lloc, perquè gràcies a l'eficàcia del sistema habitual d'aprenentatge de la ciència i dels mètodes i tècniques de recerca, aquest aprenentatge pot fer-se encara en un temps raonable. En efecte, contràriament a allò que passa en altres branques del saber, el científic, en els seus anys de formació, no treballa consultant laboriosament les fonts, és a dir, els treballs dels autors que l'han precedit (això es deixa per als historiadors de la ciència), sinó que treballa amb manuals, on els treballs previs es troben sistematitzats, organitzats i resumits de forma clara i coherent. (Per això l'elaboració de bons manuals per part dels homes de ciència és una tasca necessària, de vegades tan important i tan apreciada com la recerca mateixa). En fi, l'aprenentatge de la recerca es fa, pràcticament sempre, amb el guiatge de mestres que eviten que el neòfit es perdi i li ensenyen dreceres.

Malgrat que els diversos factors enumerats (i entrant en el detall se'n podrien citar d'altres), encara permeten un avançament ràpid, no hi ha dubte, però, que en moltes branques cada cop és més difícil arribar a la frontera del coneixement i poder fer un treball creatiu. Si molts reixen a arribar-hi és perquè

són molts més encara els que ho intenten. El progrés de la ciència és proporcional al nombre d'investigadors actius, perquè, com més n'hi ha, més fàcil és que alguns pocs siguin capaços de realitzar un treball que sigui realment innovador.

CIÈNCIA I TECNOLOGIA S'INTERPENETREN CADA VEGADA MÉS PERÒ NO ES CONFONEN

Així com no té massa sentit voler fer distincions entre recerca pura i recerca aplicada -Pasteur treballava sobre les malalties del vi i dels cucs de seda i va descobrir els bacteris i les infeccions bacterianes; Fleming feia bacteriologia i la seva descoberta conduí a la indústria dels antibiòtics-, sí que és lícit, en canvi, distingir entre ciència i tecnologia i fins i tot, anant una mica més enllà, entre la tecnologia i les seves aplicacions.

La tecnologia és molt més vella que la ciència. Tota una sèrie de tecnologies bàsiques (la roda, l'agricultura i la metal·lúrgia primitives, la construcció de grans edificis i d'embarcacions, la fabricació del vidre, les ulleres, la tintura, les descobertes xineses de la brúixola, la impremta i la pólvora, etc.) van néixer quan encara no hi havia ciència pròpiament dita o bé van néixer al marge de la ciència existent. És al Renaixement quan ciència i tecnologia comencen a interpenetrar-se i a partir del segle XIX es pot dir ja que la tecnologia es basa essencialment en la ciència (sense que això vulgui dir que, encara avui, no resti un petit espai residual, acientífic, per a un determinat tipus dels que anomenem inventors). Actualment, no solament la tecnologia s'alimenta de la ciència sinó que, inversament, la tecnologia, per un efecte de retroalimentació, impulsa poderosament el progrés de la ciència, ja sigui fent néixer noves idees, ja sigui, sobretot, fornint instruments. Això, d'altra banda, no és res essencialment nou. Per adonar-nos en només cal considerar els progressos científics importants que determinaren al seu moment el rellotge, el pèndol i el telescopi.

No sempre és fàcil distingir entre ciència i tecnologia. Hi ha, no obstant, tota una sèrie de criteris utilitzables que no tenen res d'absolut però que permeten anar situant el problema. En alguns aspectes la diferència sembla clara. Així, podem dir que els productes de la ciència són idees, conceptes i informació, mentre que els productes de la tecnologia són essencialment artefactes, és a dir, materials, processos o sistemes que funcionen fora del laboratori, el valor dels quals es mesura per la novetat o per la utilitat que se'ls atribueix en una societat determinada. Podem dir també que la principal recompensa de l'inventor és el diner, mentre que la del científic és l'estima. Podem encara observar que els resultats de la tecnologia o bé es mantenen confidencials, o bé es fa pagar per utilitzar-los (recordem les antigues corporacions d'oficis i l'actual sistema de patents), mentre que els resultats de la recerca científica es publiquen i són d'ús públic. Però la distinció esdevé més difícil quan entrem en les intencions dels investigadors i en les motivacions de la recerca. Segurament el motor principal de

l'avenç tecnològic és el mercat, la demanda preexistent o bé anticipada i creada per la presència del producte, mentre que per a la ciència encara és possible dir que allò que hom busca és molt sovint el coneixement "per se". Ara bé, molt sovint l'investigador no fila prim i no entra en aquestes distincions, car, en els resultats del seu treball, ciència i tecnologia es poden trobar íntimament barrejades.

Quan jo era jove estudiant i vaig veure-les citades per primera vegada, m'impresionaren molt aquelles cèlebres paraules del matemàtic alemany Jacobi, que deia en francès en una carta al seu col·lega Legendre: "*Le but unique de la science, c'est l'honneur de l'esprit humain*", és a dir, l'únic objecte de la ciència és l'honor de l'esperit. En l'essencial jo encara les faria meves. Però en la nostra època, i cada dia més, quan el progrés de la ciència està tan condicionat pel seu finançament, és innegable que la utilitat pública i privada és també un dels seus objectius i que si encara esdevé possible molta recerca sense objectiu pràctic directe, és perquè és finançada amb la intenció de crear i mantenir un viver d'idees i de coneixements d'on poder extreure més tard, encara que sigui aleatòriament, les bases de les noves tecnologies.

En la percepció popular ciència i tecnologia sovint es confonen totalment i allò que colpeix més són els avenços tecnològics o llurs aplicacions. El viatge a la Lluna, que fou una fita memorable pel que fa a les aplicacions de la tecnologia, fou vist popularment com un avenç científic de primer ordre quan, en realitat, per a la ciència representà poca cosa i per a la tècnica no massa, encara que algunes tecnologies noves haguessin estat desenvolupades per a fer-lo possible.

LA POLÈMICA SOBRE L'IMPACTE SOCIAL DE LA CIÈNCIA NO AMAINA

La ciència és el fet més distintiu de la nostra època. El seu impacte social és immens i no para d'augmentar. Ciència i tecnologia han fet possibles les formes actuals del nostre benestar i gairebé tot el que ens envolta en depèn. Això és arxiconegut i estendre-s'hi seria superflu.

Però, encara que ningú no negui seriosament els enormes beneficis que rebem de la ciència i de la tecnologia, hi ha una polèmica que fa molts anys que dura sobre la bondat de llur implicació creixent en les nostres vides. Els dubtes i les crítiques, que no solament no amainen sinó que més aviat augmenten, van molt enllà i han donat lloc a una ambivalència del sentiment popular envers la ciència -que oscil·la entre la reverència i l'hostilitat- i han conduït fins i tot a una actitud anticientífica, que és malauradament estesa àdhuc entre persones cultivades i que, quan es porta a l'extrem, esdevé absolutament irracional.

Les expectatives s'havien situat massa altes. Hom considerava la ciència portadora de la promesa d'un món color de rosa, amb pau universal, gairebé sense malalties, amb abundància de béns i amb treball, reduït, per a tothom, que oferiria a tots les joies del lleure i de la cultura. Per això els visionaris de les

reformes socials, els utopistes, solien cantar les excel·lències de la ciència, mentre que avui, quan s'ha vist que les coses anaven per camins molt diferents, en general són els primers en posar-la en qüestió i en invocar la necessitat de controlar-la. Els científics són qualificats d'aprenents de bruixot i se'ls fa responsables de com és aplicada la ciència i, en darrer terme, de qualsevol mal que pugui sorgir de la pròpia ciència perquè, s'afirma, de la mateixa manera que quan un experiment és possible sempre algú acaba per fer-lo, quan una aplicació de la ciència és possible, per nefastes que siguin les seves conseqüències sempre s'acaba per portar-la a la pràctica.

Els arguments dels que, d'una forma o altra, voldrien limitar (almenys en algunes branques) l'experimentació, el progrés científic i tecnològic i llurs aplicacions, parteixen de punts de vista diversos i se situen a nivells molt diferents. Hi ha un abisme entre la reclamació, perfectament raonable, d'un estricte control de les tècniques de recerca (en aquells casos en què una certa manera d'operar pot donar lloc a un risc per a tercers), i l'exigència de bandejar qualsevol recerca en un ampli sector de coneixements basant-se en els hipotètics mals que podrien provocar els resultats obtinguts, segons quins fossin, encara que no s'apliquessin. Ningú no pot oposar-se a què s'exigeixin les més grans precaucions en la manipulació genètica de bacteris, però, en canvi, no és admissible, per exemple, la tesi dels que voldrien prohibir qualsevol recerca que tendeixi a aclarir si hi ha correlació entre intel·ligència i patrimoni genètic perquè segons quina fos la conclusió aquest coneixement podria afavorir actituds racistes.

Les reserves a l'activitat científica sovint no van tan lluny com en aquest exemple extrem. Allò que fa por, en molts casos, no és el coneixement en ell mateix sinó les conseqüències que poden tenir les seves aplicacions, i aleshores allò que es demana no és aturar el progrés del coneixement sinó prohibir aplicar-lo. Aquí se situa, per exemple, el debat clàssic sobre la moralitat de la bomba atòmica i sobre els avantatges i perills de les centrals nuclears. Sobre això últim semblava que tot ja estava dit però ara la polèmica es reviscola. Davant de les conseqüències probables derivades de l'efecte hivernacle, del retard de l'encara hipotètica utilització industrial de l'energia de fusió, i de les limitacions intrínseques de les energies alternatives, avui són molts els que pensen que les centrals nuclears, ben dissenyades i ben controlades, són actualment l'opció menys dolenta.

En el debat sobre els perills de la ciència el primer pla de l'escena l'ocupa avui l'enginyeria genètica. No es tracta ja del perill que pot constituir la introducció en el medi de microorganismes artificials, sinó de la por que, de la introducció amb finalitats terapèutiques de gens estranys en les cèl·lules somàtiques es passi algun dia a la introducció d'aquells en les cèl·lules germinals i es pugui anar així, de manera més directa, cap a la consecució dels objectius de millora de l'espècie que fa molts anys s'havia plantejat l'eugenèsia. En aquesta mateixa línia, alguns fins i tot haurien volgut prohibir l'estudi del genoma humà invocant, entre altres conseqüències negatives, les possibles discriminacions de les companyies d'assegurances envers els portadors de certs gens, com ja comencen a fer amb els fumadors.

En fi, hi ha encara els que obliden que, com deia Paul Valéry, en el futur hi entrem a reculons, i voldrien limitar la ciència no ja pels seus resultats directes o per la malignitat d'algunes de les seves aplicacions, sinó en previsió de perills encara no definits i amb prou feines imaginables que potser podrien sorgir a llarg termini. La vaguetat de les imputacions i la referència a un futur absolutament imprecís fa que, en aquest cas, la discussió objectiva esdevingui impossible. Però, en canvi, els que sí que mereixen reflexió són els arguments dels que ataquen el progrés tecnològic no per les seves conseqüències materials, directes o indirectes, la bondat de les quals no discuteixen, sinó per les alteracions de la nostra personalitat provocades per la creixent tecnològització de la societat.

Els adeptes del progrés creuen que la tecnologia augmenta en tots els ordres l'autonomia individual; que mitjançant la producció de massa ens allibera de les necessitats materials que ens oprimeixen; que mitjançant la intersubjectivitat del treball i l'estandardització dels productes es redueixen les diferències socials; que mitjançant els grans fluxos d'informació es facilita l'educació i la mútua comprensió entre les persones i entre les cultures, etc. Anant més enllà, alguns pretenen fins i tot que la tecnològització augmenta en mitjana la felicitat. Felicitat i progrés sovint han estat considerats antagonics, però l'argument d'aquests és que no hi ha mai felicitat en un estat estacionari; que l'home només pot ser feliç quan el que li dóna felicitat augmenta i que, per tant, l'augment ininterromput del benestar i del consum és, per si mateix, una font de felicitat.

Els pessimistes, detractors del progrés tecnològic, troben rèplica a cadascun d'aquests arguments. Per ells, el progrés produeix addicció a la novetat i els continus canvis en el nostre entorn ens desarrelen, ens desorienten, provoquen una crisi de valors i ens condueixen a l'angoixa. Amb el progrés no obtenim, com es pretén, més lleure i més independència, sinó que, al contrari, cada vegada anem més apressats i esdevenim les víctimes d'un ritme de vida massa ràpid. Les necessitats materials d'abans les hem substituït per un nombre creixent de necessitats noves que exerceixen sobre nostre una pressió no menor de la que exercien les antigues. La magnitud més gran del flux d'informació afavoreix el conformisme, i la reducció de les diferències socials aparents no ens porta a la igualtat real sinó a la despersonalització. En fi, en l'aspecte polític, la tecnològització condueix a un control major dels ciutadans per part de l'Estat i ens posa en mans dels tecnòcrates i de la burocràcia.

En el fons, els arguments dels optimistes i els dels pessimistes són sovint les dues cares de la mateixa moneda, i tant els uns com els altres tenen una part de raó. Ni la tecnològització ens condueix al paradís a la Terra, ni tampoc significa necessàriament deshumanització. En tot cas, el progrés tecnològic és difícilment reversible i ningú no veu possible el retorn a la natura. Al punt on hem arribat són molts els que pensen que necessitem encara més tecnologia, no precisament per a consumir més sinó per a poder enfrontar-nos amb èxit amb els grans reptes del creixement de la població mundial i del consum d'energia. Sembla probable que la població del món arribarà a ultrapassar els 8.000 milions i que el consum d'energia doblarà l'actual. Només amb més ciència i més tecnologia podrem establir les bases

d'un creixement sostenible i podrem evitar el desastre ecològic. Prescindint d'ideologies, l'interès de la societat seria, doncs, prosseguir la promoció de la ciència i de la tecnologia, sens perjudici de fer el necessari per a aplicar-les amb discerniment.

LA RECERCA S'ENCAREIX I L'ACTIVITAT CIENTÍFICA ES PLANIFICA

En els darrers decenniis s'ha produït un canvi essencial en la recerca. Segles enrera el progrés científic fou sobretot obra d'individus que, com Lavoisier o com el nostre Martí d'Ardenya, comptaven amb fortuna personal o es guanyaven la vida amb altres activitats i investigaven per afecció i pel seu propi compte. (D'aquest tipus d'investigador encara en quedava algun en la primera meitat del nostre segle, per exemple, el biòleg francès Jean Rostand). Més endavant, des de començaments del segle XIX i fins no fa pas massa anys, el gruix de la investigació pròpiament científica provenia del treball espontani de professors universitaris, ja que la recerca industrial i el treball d'inventors "free lance", com Edison, se situava sobretot en el camp de la tecnologia. La ciència que s'elaborava així a les universitats tenia pocs objectius utilitaris i es proposava sobretot anar avançant en l'explicació del funcionament de l'univers. El seu principal motor era l'afany individual de saber i les direccions en què es desenvolupava les establia la lliure iniciativa dels científics mateixos.

Actualment, però, les coses han canviat totalment i tot fa creure que de manera irreversible. L'activitat científica de recerca (tant si s'efectua en universitats o centres públics com si té lloc a la indústria) rep les seves directrius i el seu impuls principal de la societat i opera fixant-se objectius concrets, gairebé sempre assignats, amb més o menys encert, per raons econòmiques o eventualment polítiques. Això condueix a una planificació -que sense assolir-ho del tot intenta ésser estricta- tant de la despesa com de l'esforç. La planificació i el treball per programes han esdevingut així conceptes claus de l'activitat científica moderna i la recerca, orientada cap a la solució de problemes concrets (que especialment durant la guerra freda han estat sovint de natura militar), ha esdevingut un dels motors principals del creixement econòmic.

En la comunitat acadèmica la planificació no és imperativa i continua havent-hi un sector de recerca (més o menys important segons els llocs) que va gairebé totalment per lliure, sobretot en les branques que necessiten menys mitjans materials. Però aquest sector tendeix a reduir-se i qui no s'ajusta poc o molt als programes i plans o no estableix contactes amb la indústria va veient com se li neguen el pa i la sal. En les ciències experimentals, especialment, cal haver assolit una gran notorietat per a poder investigar fora dels programes amb tota llibertat.

Aquesta evolució, en alguns casos especials, ha estat imposada per la mateixa logística de la construcció de les eines necessàries per a la recerca. És

evident que la construcció d'un gran telescopi modern, d'un accelerador de partícules o dels vehicles necessaris per a la recerca espacial, per exemple, necessiten l'establiment de programes plurianuals. Però el factor bàsic de la planificació, i de molt el principal, ha estat l'encariment enorme que ha experimentat la recerca en el seu conjunt, el qual ha conduït a la necessitat de finançar-la essencialment amb diners públics, de manera directa o a través d'exempcions i avantatges tributaris per a la indústria. I com que qui paga mana, cada vegada més la recerca s'ha anat trobant condicionada pels plans que estableixen els diversos nivells de l'administració dels estats i, a Europa, la Unió Europea. En les estadístiques sobre la despesa total és difícil establir quines són les aportacions reals del sector privat i és més difícil encara separar el que correspon a cadascun dels termes del binomi I + D. Personalment crec que, si es fessin bé els comptes, probablement es veuria que l'aportació financera autèntica de la indústria privada és menor que el que de vegades es pretén i que, naturalment, es canalitza sobretot vers el terme desenvolupament i molt menys vers el terme investigació.

El finançament de la recerca comprèn les retribucions dels investigadors (incloent-hi la part que correspon a la recerca del cost del personal universitari), el cost dels edificis, instal·lacions i aparells, el cost de llur manteniment, el cost dels materials fungibles, el cost administratiu, el cost dels intercanvis internacionals i el cost de les publicacions. A la major part de països el finançament, tant privat com públic, es canalitza en gran part vers les universitats. El capítol principal de la despesa és la nòmina però els aparells són cada dia més sofisticats i per tant més cars i d'obsolescència més ràpida, i en moltes branques la qualitat de la recerca depèn estretament de la dels instruments. És a dir, sense bons instruments no hi ha bona recerca.

L'encariment dels costos i la planificació han fet que, cada vegada més, la recerca hagi esdevingut una veritable indústria, que hom tendeix a gestionar amb criteris empresarials i que produeix sobretot per a satisfer les demandes socials i les dels diferents sectors de l'economia, i relativament poc per a assolir els objectius científics que la mateixa comunitat científica es planteja. La recerca universitària -que és encara en conjunt la més important- es finança, principalment i de manera creixent, a través dels contractes establerts amb la indústria i de les subvencions a projectes concrets atorgades pels organismes oficials en el marc dels programes que han fixat.

La situació ressenyada dóna lloc a molts problemes, alguns dels quals intentaré comentar. El més bàsic és el dels criteris utilitzats per escollir els programes, és a dir, per a l'establiment de les prioritats. En efecte, entre nombrosos objectius possibles, com es determina el que socialment és més útil? El problema és essencialment polític i no sempre els que decideixen tenen la informació i la competència desitjables.

En la mateixa línia, la dificultat de triar es planteja també a l'hora d'escollir els projectes a subvencionar amb el diner públic, en el marc dels programes de l'Administració. Els criteris utilitzats són sempre discutibles, tant més quan

difícilment es pot evitar la intervenció dels probables beneficiaris a l'hora d'establir-los.

Un altre problema important és el de la magnitud dels recursos que cal esmerçar en la recerca. Ningú no discuteix que la recerca és rendible. Un estudi americà demostra, per exemple, que l'estalvi que significa la vacuna contra la poliomièlitis supera cada any el pressupost de l'Institut Nacional de la Salut. D'altra banda, l'activitat de recerca té un gran valor formatiu per als professors i per als estudiants que hi participen, encara que després no en facin llur professió, de la recerca. Les habituds de mètode, de rigor de raonament i d'humilitat davant dels fets que s'adquireixen amb la recerca tenen gran utilitat en tots els camps. Per tant, les despeses de recerca són també, parcialment, despeses d'educació. No obstant això, en temps de crisi la recerca és també víctima de les retallades pressupostàries, i els partidaris de posar límit a l'increment de les despeses, del personal i del nombre d'institucions, més aviat guanyen terreny.

Actualment els països més avançats i rics esmercen al voltant del 3 % del PIB en I + D, i la tendència és de mantenir estable aquesta xifra. Els països més pobres hi esmercen forçosament molt menys, perquè manquen de recursos materials i humans i de la infraestructura necessària, però les quantitats que hi destinen tendeixen a augmentar.

En el cas dels contractes entre universitats o centres públics de recerca i la indústria, a mesura que llur nombre s'incrementa, s'arriba a una situació en la qual molts investigadors esdevenen professionals quasi mercenaris, que difícilment poden mantenir un precari equilibri entre allò que els interessa i allò que interessa als qui els paguen. Un aspecte particularment conflictiu és sovint el de la publicació dels resultats.

Una altra qüestió important és la del futur de la recerca fonamental o "desinteressada" (entenent per desinteressada la que no té interès econòmic immediat). Esquematzant les posicions sobre aquesta qüestió, podríem dir que els científics voldrien més llibertat d'acció, és a dir, voldrien poder fer més ciència no dirigida, mentre que els governants (que han d'enfrontar-se amb el problema de distribuir els recursos, sempre escassos, entre necessitats nombroses, totes dignes de consideració), voldrien garanties de rendibilitat, elevada i ràpida, del diner esmerçat. En aquestes condicions els planificadors (no tant pel que han dit com pel que han fet) han tendit a subestimar la recerca fonamental, oblidant que moltes de les aplicacions més importants i més útils de la ciència han resultat de descobertes que aparentment no tenien cap interès pràctic.

Afortunadament, avui les posicions tendeixen a acostar-se, en part per raons econòmiques. El finançament de la recerca bàsica s'admet que cal considerar-lo també com una despesa cultural i de prestigi (com l'ajut a les arts). D'altra banda, els responsables polítics de la planificació científica van reconeixent, en general, que així com el progrés tecnològic deriva del progrés científic en el seu conjunt, aquest darrer ve directament determinat pels resultats de la recerca fonamental, i que, per tant, el progrés tecnològic també en depèn. Considera-

cions purament econòmiques aconsellen, doncs, que la recerca fonamental no sigui oblidada. Això no exclou, però, que no es busqui també planificar-la. En aquest cas la planificació no es fa en funció d'interessos econòmics directes, sinó que resulta d'una prospectiva de l'evolució probable i desitjable de la ciència i d'una aposta sobre els camps que podrien resultar més fecunds en resultats i en aplicacions posteriors.

Una darrera qüestió és la de saber fins a quin punt tot és planificable, és a dir, la del paper de la creativitat i de la "serendipity" en una activitat que, com hem vist, es va organitzant com una indústria. El fet que el progrés científic resulti ara, en gran part, d'un esforç deliberat fet en equip, no exclou de cap manera la influència de la creativitat personal dels científics. La proporció de científics realment creatius en el conjunt de la comunitat científica és segurament petita, i més o menys la de sempre, però, donat el creixement que ha experimentat aquesta comunitat, llur nombre absolut és probablement més alt que mai.

La creativitat personal té segurament aspectes diversos en les distintes branques de la ciència i, per exemple, sembla més aparent en les matemàtiques, on els treballs individuals són més freqüents, on els diners compten poc i on els únics aparells que intervenen (alguna vegada) són les computadores. En tot cas, on la creativitat juga un paper fonamental és en l'aparició de les grans idees noves, és a dir, en els canvis de "paradigma". Cap equip d'especialistes en política científica no hauria pogut establir un programa amb vista a la realització dels treballs d'Einstein i preveient que conduïrien a la relativitat. Les revolucions científiques no resulten necessàriament de l'obra d'un geni, també poden produir-se per acumulació de descobertes menors, però així i tot seria absurd pensar que és possible planificar-les.

La "serendipity", és a dir, la capacitat de fer descobertes per atzar, sense buscar-les, és evident que tampoc no es pot planificar. Per alguns, no té cap paper en el progrés científic, i és un concepte inútil per a descriure'l. D'altres (per exemple, Robert Gallo), en canvi, li atribueixen encara avui un paper essencial. Sigui com vulgui i encara que l'atzar només jugui en favor dels que estan preparats per utilitzar-lo, és evident que la "serendipity" és imprevisible i no es pot incloure en cap programa.

EL FOSSAT ENTRE CULTURA CIENTÍFICA I CULTURA HUMANÍSTICA S'ENFONDEIX

A totes les èpoques hi ha hagut conflictes entre ideals culturals diferents i sempre s'ha suscitat la qüestió de quin tipus de coneixement era el més important i de quins eren, en el conjunt del coneixement, els cims més alts assolits. En els nostres temps el conflicte de valors es planteja entre cultura científica i cultura humanística

A molts punts de vista sembla innegable que la ciència és una part essencial de la nostra cultura. Algú que coneix bé el món on ara vivim, el papa Joan Pau

II, ho ha dit textualment: “La ciència bàsica... ha d'ésser honorada per ella mateixa com a part integrant de la nostra cultura”.

Ningú no pot negar que les idees científiques són presents a tot arreu i ho impregnen tot, per més que, per la gran majoria, llurs origen, natura i abast i les condicions de llur validesa siguin poc o gens coneguts. El fet és que qualsevol branca del saber, per a adquirir plena respectabilitat, ha d'accedir al status de ciència, és a dir, ha d'autoqualificar-se de ciència. I l'adjectiu “científic” el veiem aplicat amb profusió per a significar eficàcia lògica i rigor de construcció. Per exemple, fins fa no pas gaire temps un sector important de la humanitat distingia entre el socialisme “científic” i el que pejorativament era qualificat d’”utòpic”. Des de molts punts de vista hom podria creure, per tant, demostrat que la ciència ha esdevingut un model hegemònic del saber.

Paradoxalment, però, en el que és conegut per “el món de la cultura”, es manifesta envers la ciència, o més exactament envers les ciències “dures”, una indiferència glacial associada, de vegades, a una mena de rancúnia. La ciència no és mai un tema de conversa entre persones “cultivades” i els investigadors, els creadors de ciència, contràriament al que passa amb els escriptors, historiadors, artistes, crítics, etc., no obtenen cap mena de reconeixement social, a menys que no hagin assolit en llur treball nivells d'excel·lència extraordinaris i raríssims.

Aquesta situació pot interpretar-se de dues maneres diferents, que es corresponen amb les dues accepcions més corrents del mot “cultura”: l'accepció social, antropològica (cultura és el conjunt dels comportaments, representacions i referents intel·lectuals d'una societat), i l'accepció individual (cultura és el conjunt dels coneixements adquirits que permeten afinar el discerniment i el sentit crític). Utilitzant la primera accepció, no té res d'absurd negar que la ciència formi part avui de la cultura ja que, com ha estat dit, si el científic d'ahir era un home de cultura, el d'avui és un home de tècnica.

La segona accepció, en canvi, condueix a distingir dues cultures, la científica i la humanística, que en altres temps havien estat perfectament integrades però que ara estan separades per un fossat profund, que crea mutus recels i fa molt difícil establir qualsevol comunicació.

Aquesta noció de dues cultures separades la va formular el 1959 el científic i novel·lista anglès C. P. Snow en un llibre famós; *The two Cultures and the Scientific Revolution*. El llibre va provocar molta polèmica i això va fer que Snow reprengués la qüestió el 1964 i el 1970. Des d'aleshores el tema continua cadent i el suposat fossat no ha fet més que enfondir-se.

Les causes d'aquesta situació són diverses, però la més fonamental és, segurament, el desconeixement de la ciència. Per la major part de la gent la ciència és quelcom d'estrany i poc conegut, que com més progressa més imposa i menys convida a fer un esforç per endinsar-s'hi. La ciència, d'altra banda, en el seu treball actual s'allunya cada vegada més del nostre món immediat i -com ha fet notar Jean-Marc Lévy-Leblond- centra actualment gran part del seu esforç sobre l'infinítament petit, l'infinítament calent, l'infinítament llunyà o l'infinítament passat, és a dir, sobre realitats que de bell antuvi són difícilment concebibles. La ciència

moderna tendeix, doncs, a situar-se com en un món a part, quasi inaccessible al profà, i d'aquí en resulta un sentiment de marginació que és molt general entre els "intel·lectuals" i que un crític literari americà, Trilling, va expressar de manera precisa: "l'exclusió de molts de nosaltres d'un sistema de pensament que d'una manera general és considerat com el triomf que caracteritza els temps moderns, l'experimentem com una ferida contra la nostra autoestima intel·lectual".

Per a superar aquesta ferida que el desconeixement provoca, alguns intenten -patèticament- reaccionar amb fingit menyspreu negant a la ciència validesa i coherència i pretenent que caldria sotmetre-la a una crítica "no científica". Encara que les tesis d'alguns filòsofs de la ciència, tals com Feyerabend entre altres, abonin, en certa manera, consideracions d'aquest tipus, el valor de la ciència és tan inqüestionable que no val la pena d'entretenir-s'hi.

Una segona causa del fossat és una reacció de defensa contra el vague sentiment de por que la ciència sovint inspira. Aquest sentiment és provocat -no sense alguna justificació- per les potencialitats destructives de certes tecnologies (perill d'holocaust atòmic, guerra bacteriològica i química, pol·lució radioactiva, manipulació genètica, etc.) i probablement s'associa a la temença inconcreta d'una col·lusió possible entre ciència i poder totalitari.

En fi, a un nivell encara més profund, és innegable que hi ha també a l'origen del fossat entre les dues cultures, una recusació radical dels valors culturals de la ciència, en la línia de l'afirmació de Nietzsche que la ciència, amb els seus reduccionisme i materialisme, ha rebaixat la condició humana.

Els esforços fets per omplir el fossat no han donat gaires resultats, fins ara. Els "de lletres" incorporen al seu llenguatge termes manllevats a la ciència i parlen, per exemple, de subconjunts o del "big bang", i es refereixen al Principi d'Indeterminació de Heisenberg, a la Teoria de les Catàstrofes o a l'Ecologia. Però tot això resta absolutament superficial i moltes vegades palesa una incomprensió dels conceptes. Els científics volen establir ponts i busquen un terreny comú interessant-se cada cop més per la història i per la filosofia de la ciència. És innegable que la història de la ciència els és útil per a saber el que s'ha fet, comprendre millor el que es fa i deduir-ne el que es pot fer en el seu mateix terreny. En canvi, l'enorme massa d'escrits sobre epistemologia i sobre filosofia de la ciència els serveix de ben poc en la seva tasca, encara que els pugui permetre d'apreciar-ne millor el valor i els límits un cop ja ha estat feta. Els treballs de Popper, Kuhn, Quine, Lakatos, Feyerabend i "tutti quanti", tenen un valor intel·lectual incontestable però tenen poca o cap rellevància pel que fa a l'activitat específica dels científics, per més que a molts d'aquests els agradi de parlar-ne.

El millor camí per escurçar distàncies és millorar el coneixement de la ciència. Però no és fàcil fer-ho. Estendre'l per la via d'aprofundir-ne l'estudi en els diversos nivells de l'ensenyament general és una qüestió que planteja molts problemes. En primer lloc perquè no es tracta tant d'ensenyar més ciència com de millorar la comprensió del que la ciència és i significa. Per obtenir-ho segurament caldria una nova orientació didàctica que fes entenedors els principis essencials sense caure al mateix temps en la superficialitat. En segon lloc, tot

intent d'ensenyar més a fons el que és la ciència topa amb la saturació dels "curricula", és a dir, amb la tendència d'anar-hi encabint més coses sense sacrificar res del que ja hi és, i topa sobretot amb les ganes de reduir els horaris i d'alleugerir l'esforç exigut als alumnes, és a dir, de disminuir el fracàs escolar per la via d'abaixar els nivells. Malauradament, l'adaptació general de l'ensenyament a la capacitat dels menys dotats i a la voluntat dels menys motivats (ignorant les diferències naturals i penalitzant els millors), continua essent considerada com la peça clau d'una visió "moderna" i "progressista" del que ha d'ésser l'educació en la nostra societat.

Ara bé, com es pot pretendre que, en una societat democràtica, els ciutadans puguin triar amb coneixement de causa entre opcions molt decisives per a llur benestar i per a llur futur (tals com, per exemple, les que es refereixen a recursos energètics, salut pública, medi ambient, bioètica, etc.) si no tenen la menor idea del que llur tria pot significar i no és fàcil tampoc explicar-los-ho perquè manquen dels coneixements bàsics necessaris?

Els que només volen veure els aspectes negatius de les aplicacions de la ciència parlen sovint de la responsabilitat social dels científics. És profundament injust considerar que els científics són responsables de com s'aplica la ciència quan els qui ho decideixen són els polítics i la societat en el seu conjunt. Però sí que seria coherent considerar que els científics tenen el deure d'informar sobre les possibles implicacions de llurs treballs i del grau de certitud de llurs descobertes o deduccions, evidentment en la mesura que en són conscients. No obstant això, com poden complir amb aquest deure moral d'informar si els que haurien de rebre la informació ignoren de què es tracta?

ELS CONFLICTES TEOLÒGICS I METAFÍSICS ENTRE CIÈNCIA I RELIGIÓ HAN QUEDAT SUPERATS, PERÒ LA BIOÈTICA CONSTITUEIX ARA UN NOU TERRENY DE FRICCIÓ

Durant segles, i especialment durant el segle XIX, ciència i fe pogueren semblar oposades perquè la ciència anava demostrant que la religió no és una via adequada de coneixement quan es tracta de l'univers material. Però ja fa molts anys que la major part de les esglésies cristianes reconegueren que hi ha més d'una manera d'interpretar les Sagrades Escripures i el conflicte entre la ciència i les grans religions anà quedant sense sentit. Com escrigué Bertrand Russell, "la pugna entre la ciència i la teologia cristiana s'ha acabat gairebé, i el cristianisme n'ha sortit millorat, com també la ciència hi ha reduït les seves pretensions excessives". Els científics han renunciat a sortir de llur terreny i consideren que ciència i fe són dos mons separats que si bé no s'oposen, només es comuniquen en la unitat de la persona humana. I la religió ha acceptat el que ja deia Pascal: "La fe diu el que els sentits no diuen però no pas el contrari del que ells diuen. La fe està per damunt i no pas en contra".

Pel que fa més concretament a l'Església catòlica, el Concili Vaticà Segon reconegué explícitament "la legítima autonomia de la cultura humana i especialment de les ciències" i afegí que "la investigació metòdica en totes les branques del coneixement, si es realitza de forma genuïnament científica i d'acord amb les normes morals, mai no pot entrar veritablement en conflicte amb la fe". Això no significa, però, cap renúncia als principis. En efecte, el mateix Concili afirmà que "qualsevol que treballa per a penetrar els secrets de la realitat amb humilitat i fermesa d'esperit, està essent guiat per la mà de Déu, encara que no se n'adoni".

L'acceptació generalitzada del fet que ciència i religió es confinen mútuament en universos distints no priva, no obstant, que hi hagi encara intents, bé de recolzar la fe sobre la ciència, bé de negar-la a partir de la ciència. Ja Eddington volgué explicar el lliure albir a partir del Principi d'Indeterminació i des d'aleshores aquest és un tema recurrent en una certa literatura. Igualment, la irrepresentabilitat de la matèria, tal com es confirma amb els experiments d'Aspect en favor de la Mecànica Quàntica, s'ha volgut utilitzar per a justificar la irrepresentabilitat de Déu, que segons Sant Anselm és més gran que tota cosa pensable. I de la hipòtesi del "big bang" se n'ha volgut deduir un argument en favor de la Creació. Inversament, dels avenços de la Biologia Molecular i de la Neurofisiologia i de les recerques sobre intel·ligència artificial, se n'ha volgut treure punta per a negar l'existència de l'ànima. Evidentment, tot això no té cap força des d'un punt de vista estrictament lògic, si bé és cert que ens hem acostat a l'objectiu científic de reduir els processos vitals i psíquics a fenòmens físico-químics, més enllà del que era previsible fa uns pocs decennis.

Si el conflicte fonamental ha quedat superat, això no vol dir que no quedi encara alguna zona de litigi. Actualment el conflicte no es planteja entre religió i ciència sinó entre religió i certes aplicacions de la ciència i essencialment es circumscriu al camp de la Bioètica.

Que l'Església Catòlica pretengui imposar la seva moral als no-creients en qüestions relacionades amb el respecte de la vida humana (contraccepció, avortament, procreació assistida, diagnosi prenatal, manipulació d'embrions, manipulacions genètiques, recerca mèdica amb voluntaris humans, eutanàsia, obstinació terapèutica, etc.) és una qüestió purament política que no ens afecta aquí. Des del punt de vista que considerem, el conflicte comença quan en nom de la religió s'intenta limitar la recerca, bandejant la recerca considerada immoral, o s'intenta limitar el desenvolupament de certes aplicacions de la ciència, àdhuc quan llur utilitat social és incontestable. La qüestió l'hem discutida ja anteriorment i des del meu punt de vista no hi ha dubte que, si bé és legítim controlar els riscos inherents a l'execució de la recerca, posar limitacions a la llibertat de recerca és inacceptable. A més, a la llarga, aquestes limitacions tampoc no tindrien cap eficàcia. La societat té dret a decidir sobre els diners que gasta per a la recerca i sobre les branques que l'interessa impulsar. Però, no és el seu interès prohibir res, ni està legitimada per fer-ho.

Per acabar amb aquests temes voldria fer notar que mentre les grans religions reconeixen el magisteri de la ciència en l'explicació del món material, les supersticions, la màgia i les creences absolutament irracionals proliferen més que mai. Persones molt serioses s'interessen pels horòscops i accepten, sovint sense ni gota de crítica, les afirmacions de les anomenades ciències ocultes. Tot passa com si la ciència, que tan profundament marca la nostra vida social i personal, no hagués penetrat gaire endins de la "psyche", de tal manera que són molts els que, per assolir un cert confort espiritual, necessiten encara la fe i el dogma en llurs formes més primitives i grolleres. Alguns veuen en aquesta paradoxa de la persistència de la irracionalitat en la nostra societat tan tecnificada, un argument més en favor d'una major extensió de la cultura científica. No està gens demostrat, no obstant, que un millor coneixement de la ciència autèntica pugui fer recular les "paraciències".

CONCLUSIÓ

La ciència i la tecnologia -que se'n nodreix i en depèn molt estretament- ocupen al llindar del segle XXI un lloc preeminent en la nostra societat. Llur desenvolupament condiona el progrés econòmic i la possibilitat mateixa de tolerar l'enorme creixement de la demografia i de l'explotació dels recursos naturals a què estem abocats. Ciència i tecnologia no poden, ni ho pretenen, assegurar la felicitat i portar el paradís a la Terra. Tampoc no pretenen, ni volen, desplaçar l'art, les humanitats o la fe religiosa i, ni que ho volguessin, no aconseguirien eliminar les supersticions. Però, nogensmenys, ho impregnen i ho condicionen tot.

Res no fa creure que això hagi de variar en un futur pròxim. La ciència continua desenvolupant-se, complicant-se i especialitzant-se, i el pas de les descobertes a les aplicacions pràctiques és cada vegada més ràpid. El creixement dels recursos humans i materials que s'esmercen per a fer progressar la ciència i la tecnologia no sembla alentir-se i els països en vies de desenvolupament, que van en aquest aspecte molt endarrera, s'esforcen en crear una estructura científica i tecnològica endògena, que consideren condició necessària de llur desenvolupament econòmic.

La recerca ha esdevingut una activitat col·lectiva, programada i institucionalitzada, que depèn cada vegada més del poder polític i que ja absorbeix, en el conjunt del món, més del 2 % del PIB. Els grans projectes, és a dir, l'anomenada megaciència, acaparen quantitats creixents del pastís.

La comunitat científica no ha tingut mai fronteres, però l'expansió explosiva de les xarxes d'informació i la mundialització de l'economia no impedeixen que l'essencial de la recerca es concentri en uns pocs països. Això no obstant, com que les epidèmies i la degradació de l'entorn no respecten partions, la col·laboració científica internacional va en augment.

El bon funcionament de la democràcia i un desenvolupament econòmic i social equilibrat exigeixen augmentar la cultura científica dels ciutadans, única manera de superar positivament els recels que la ciència provoca. Aquest problema no té solució fàcil però és necessari abordar-lo amb esperit obert i sense idees preconcebudes.

*(Original rebut per a publicació
el dia 1 de setembre de 1994)*