

Reflexions sobre l'educació científica

Sovint s'ha concebut l'ensenyança científica, i sobretot l'ensenyança tecnològica, com una preparació pre-professional o professional o bé reciclatge, i més rarament, com a formació general. En efecte, el públic interessat per una problemàtica científica i tecnològica és molt més nombrós que el de joves i adults que busquen en la ciència i la tecnologia respostes als seus problemes professionals. Avui dia, ciència i tecnologia són eines necessàries per participar en la gestió política d'una societat, per comprendre la problemàtica contemporània de la prospectiva, per ser capaç d'enfrontar-se a necessitats que afecten la vida quotidiana (treball, habitat, consum, etc.). L'augment del públic interessat en l'educació científica és el fet nou que té implicacions importants sobre el contingut d'aquesta educació, així com sobre la metodologia i sobre la naturalesa de la contribució de les diferents categories de científics.

Aquests quatre desafiaments: població, energia, medi, nuclear, són davant nostre i exigeixen una àmplia comprensió en termes científics de la part de la població en el seu conjunt. La ciència i la tecnologia són una resposta als problemes presents i futurs, encara que l'òptica de la ciència i la tecnologia dels anys seixanta hagi canviat molt. En primer lloc, l'adequació de la ciència i la tecnologia al desenvolupament i a la cultura dels pobles és com més va més desitjada; en segon lloc, és evidentment necessari un esforç per millorar una tecnologia funcional amb vista al desenvolupament industrial i agrícola, sense oblidar que: "El valor tradicional, sovint ja subratllat quant a l'herència espiritual, també s'ha de tenir en consideració quan es tracta del patrimoni tècnic. Abans de titllar categòricament la tecnologia tradicional d'obstacle al desenvolupament, çhem fet prou esforços per veure de prop què és exactament i quins són els seus elements positius i negatius, i, si són negatius, per què?"³ Després de la confrontació "entre una valoració de la ciència i una crítica de la ciència com a instrument de poder i de destrucció",⁴ sovint resultat d'una confusió entre ciència i tecnologia, es constaten noves tendències que "condem-

nen l'aparició de nous tabús anti-científics així com els anatemes contra els científics que "encara" es pronuncien".⁵ Aquesta recuperació de la ciència ja és present en la reflexió husserliana sobre la crisi de les ciències europees, en què la polèmica dirigida contra el neopositivisme i contra l'irracionalisme serveix per demostrar "la falsedat de l'alternativa racionalisme formal/irracionalisme, en la qual l'idealisme burges ha identificat les seves posicions límit oposades i (...) també l'error (per exemple, de l'escola de Frankfurt) de comprometre en el refús de la realització capitalista de la ciència, la mateixa ciència i l'actitud científica com a tal".⁶ Educació científica per a la vida, per estimular "curiositat, creativitat, competència i compassió",⁷ per millorar la qualitat de la vida en termes de "medi, sanitat, alimentació, habitatge, recursos, treball enriquidor, descans i oci, facilitats educatives i realitzacions culturals";⁸ en aquesta perspectiva, l'educació científica ens concerneix tots, i no únicament els professionals de la ciència i la tecnologia.

"El sistema educatiu ha de ser estructurat de tal manera que pugui donar a cada membre de la societat una educació general igual en l'àmbit de les disciplines científiques de base d'alta qualitat, una introducció a les tecnologies modernes de base i una àmplia, però al mateix temps més especialitzada, formació professional. Tota orientació unisectorial sobre disciplines especials científiques ja des del nivell secundari seria tan inadequada com una formació professional prematura."⁹

En una política d'educació permanent, la metodologia per a l'educació científica se centra en l'aprenentatge científic que interessa a totes les edats i a tota la durada de l'existència. Hi ha dues especificitats que concerneixen la metodologia de l'ensenyament i de l'aprenentatge de l'home en el domini de les ciències: la de l'edat i de les motivacions de l'individu que aprèn i la d'un aprenentatge científic permanent, especificitats d'integració possible. L'evolució de les possibilitats d'aprenentatge, en funció de l'edat, és un aspecte d'aquesta reflexió,¹⁰ un altre dels quals podria ser la continuïtat d'aquest aprenentatge.

Partint de la formació inicial, és com més va més acceptat que l'educació, científica o no, pugui contribuir al desenvolupament de la persona en la seva globalitat i no únicament al desenvolupament intel·lectual: l'home té un cap, un cor i mans. La formació científica inicial té unes conseqüències importants sobre la formació ulterior: la rigor científica i la visió general diacrònica de les categories i els judicis científics¹² no són fàcilment interioritzats pels joves i els adults perquè l'educació moderna no sempre pot donar des del principi una dimensió històrica i crítica a l'ensenyança científica en l'educació de massa inicial i ulterior (desfasament de continguts, manca de preparació dels ensenyants).

Una formació inicial en què la relació entre treball i educació fos diferent, dins la qual el treball manual trobaria el seu lloc i seria integrat en el treball intel·lectual, podria conduir a una ensenyança científica i tecnològica més significativa, sempre que l'experiència de treball també mantingués la seva dimensió educativa. Una educació en què la producció tingués una dimensió permanent estimularia una ensenyança fonamentada en l'observació, l'exercici i no sols en la memorització. La introducció del treball productiu en el procés escolar implica una revisió de l'ensenyament de les ciències i la tecnologia. Diverses reformes al nivell secundari deixen lloc al treball productiu, però sovint no tenen èxit perquè mantenen una separació en els programes entre els continguts de cultura general i l'experiència de treball productiu, i perquè estan endarrerides respecte al coneixement de l'evolució de la realitat del treball en les diferents societats. Un apropament científic podria permetre que la introducció del treball productiu en l'educació no fos l'expressió d'una declaració moralista, no aguditzés la separació entre treball manual i intel·lectual i fos una autèntica experiència educativa que afavorís l'expansió individual i col·lectiva de l'home i es dirigís a desenvolupar totes les seves sensibilitats i aptituds físiques, estètiques i intel·lectuals. L'evolució del treball en els sectors industrials i de certs serveis pot conduir a una separació o a

Notes

1. R. Dahrendorf: *Observations on science and technology in a changing socio-economic climate*, dins Diversos autors: *Scientific-technological revolution: social aspects*. Londres, Sage, 1977, p. 77-78.
2. Independent Commission on International Development Issues: *North South: a programme for survival*. Londres, Pan Books, 1980, p. 138.
3. K. Junzo: *Technologie voltaïque*. Ouagadougou, Musée National, 1975, p. 47.
4. M. Benaroché: *Science-efficiency-marxisme*. "Les Temps Modernes", desembre 1979, p. 1.029-1.053.
5. *Op. Cit.*
6. G. Semerari: *Materialismo e scienza naturale "Aut-Aut"*, n.º 129-130, maig-agost 1972.
7. A.V. Baez: *Curiosity, creativity, competence and compassion. Guide lines for science in the year 2.000*. Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, 1979.
8. *Op. cit.*, p. 7.
9. A. Meier: *Occupational preparation of youth under the conditions of the scientific-technological revolution*, dins A. Kloskowska, G. Martinotti: *Education in a changing society*. Londres, Sage, 1977, p. 152.
10. D.-J. Levinson: *The Seasons of a Man's Life*, Nova York, Ballantine Books, 1978.
11. J.-D. Lockrad (editor): *Unesco Handbook for Science Teachers*. París, Unesco, 1980, p. 188 (Hi ha una edició castellana).
12. Ettore Casari: *Formazione scientifica e scuola di massa*, dins: *Scuola e scienza. Un dibattito sui rapporti fra ricerca e didattica*. Bari, De Donato, 1975, p. 103-112.

un apropament entre els treballadors i la màquina¹³. Aquesta constatació ens porta a conclusions diferents pel que fa a les qualificacions demandades als treballadors, l'una més optimista,¹⁴ i l'altra més pessimista.¹⁵

Ciència del medi, ciència experimental, ciència aplicada, ciència i societat, recerca personal:¹⁶ aquesta progressió proposada per a l'ensenyança secundària no afecta més que l'ensenyança secundària: més enllà del marc escolar, qualsevol ensenyament científic demana una progressió de l'aprenentatge sense que mai aquesta progressió sigui massa rígida i limiti la creativitat.

La ciència i la tecnologia de la vida quotidiana són una font important d'educació, així com la seva història¹⁷. Es tracta de construir, sobre les experiències científiques i tecnològiques de la vida quotidiana, aprenentatges més amplis i estructurats per permetre que tots enriqueixin els seus propis coneixements científics.

En una anàlisi educativa comparada es pot constatar que les ensenyances científiques (matemàtiques, ciències, tecnologia, etc.) són força pobres en els programes de formació general dels adults,¹⁸ potser perquè aquests ensenyaments massa sovint han tingut solament una coloració i una finalitat professionals.

L'oferta feta pels centres d'animació i de divulgació científiques generalment troba una resposta favorable de nombrosos joves i adults, sobretot quan el programa d'aquests centres dona cabuda als resultats de descobriments científics recents i aplicacions tecnològiques que sovint encara són absents als programes escolars,¹⁹ però aquesta oferta és encara massa insuficient a la majoria de països.

Si en el terreny de les humanitats (llengües, història, filosofia, literatura, teatre, psicologia social, antropologia, etc.) tenim la impressió que es poden reprendre estudis formals sense cap dificultat en qualsevol moment de la nostra vida, en canvi ens fa l'efecte que no es pot fer el mateix en les ciències exactes i naturals. La major part dels adults tenen un ensenyament matemàtic i científic que, en general, s'atura a la formació inicial (i l'aprenentatge en aquest terreny s'ha limitat a l'ensenyament formal en la majoria de casos). Aquestes dificultats són degudes a l'aspecte acumulatiu de l'aprenentatge científic, aspecte que és menys present en el camp literari.

Els punts de partida per definir l'elecció de les matèries per tal de "portar a terme els objectius i les tasques de l'educació científica, tècnica i de treball"²⁰ són força

nombrosos, segons es desprèn d'una conferència internacional que va tractar del desenvolupament de la cultura científica i tècnica: "calia partir: de les característiques i les exigències productives, tècniques i tecnològiques del nucli concret; dels plans i els programes de desenvolupament socio-econòmic de les col·lectivitats nacionals; de les realitzacions del progrés científic i tècnic, així com de les possibilitats d'aplicar-les en els diferents camps de treball de la vida de l'home; dels seus valors pedagògics i ètics per a l'expansió general i lliure dels joves; de l'edat i de les possibilitats psicofísiques dels alumnes."²¹

L'empobriment de l'ensenyança científica, pel que fa a l'ensenyança del mètode i dels treballs pràctics,²² té unes conseqüències negatives per al futur aprenentatge. Efectivament, l'adquisició d'un mètode científic, així com el treball pràctic, poden estimular futurs aprenentatges i sobretot l'autoformació. Aquest empobriment és un indicatiu d'una reducció de la inversió per habitant en l'ensenyament científic a mesura que aquest ensenyament, i l'educació en general, esdevé massificat. I quan parlem d'inversió, no ens referim únicament a l'adquisició d'equipaments costosos; sobretot es tracta de formar els educadors en metodologies actives: "el paper del mestre és, doncs, crear situacions que forcin els alumnes a reaccionar: primer, encercar els problemes, després trobar els mitjans de resoldre'ls. Aquestes situacions poden ser creades amb l'ajut de material (simple) fornit als alumnes o deixant-los explorar el seu medi natural"²³.

La importació dels programes i del material d'ensenyament científic²⁴ planteja problemes a aquest ensenyament, perquè aquesta importació fa més difícil la identificació del qui aprèn amb les disciplines científiques.

"Molts ensenyants no intenten produir material pedagògic perquè estan condicionats per l'equipament estàndard. Dubten molt a l'hora de greixar o posar oli a una peça d'equipament o quan volen collar una femella per manca de confiança en si mateixos. Durant la preparació de les sessions de formació, han estat identificats alguns problemes:

- 1) manca de confiança i d'idees innovadores,
- 2) manca de primera matèria a la rodalia,
- 3) manca d'instruments a prop,
- 4) manca de locals professionals,
- 5) manca de competència de base en el maneig dels instruments,
- 6) manca de temps lliure."²⁵

Hi ha la necessitat, doncs, de revisar la formació inicial i contínua

dels ensenyants, i al mateix temps en alguns casos les condicions de treball en què es troben, per permetre que es familiaritzin amb el material i el manteniment de l'equipament.

Entre les experiències de formació dels ensenyants de ciències, citarem les del São Paulo Science Teaching Center, el programa del qual inclou: a) una assistència permanent als ensenyants de ciències; b) la promoció dels seminaris, els debats i les conferències sobre temes relacionats amb el desenvolupament i l'ensenyament de les ciències; c) la supervisió de cursos de formació professional; d) l'edició dels llibres i les revistes que tracten de l'ensenyament de les ciències; e) un informe sobre l'ensenyament de les ciències al Brasil.²⁶

La familiaritat dels ensenyants amb la història i la filosofia de les ciències, la lògica, els conceptes matemàtics,²⁷ podria permetre un ensenyament més rigorós i facilitar en certa mesura l'autoaprenentatge.

La formació dels ensenyants de les ciències també és important en el terreny lingüístic. La cooperació entre els especialistes de les llengües i de les ciències ha donat uns resultats concrets pel que fa al llenguatge científic en l'activitat educativa. Heus ací alguns resultats respecte a les matemàtiques: "La llengua quotidiana de l'estudiant ha de ser utilitzada per discutir els conceptes matemàtics abans d'introduir el vocabulari tècnic apropiat; el simbolisme matemàtic no ha de ser introduït abans que l'estudiant no hagi reconegut, utilitzat i verbalitzat el concepte corresponent; el recurs a la llengua materna pot ser desitjable en la lliçó²⁸ de matemàtiques, tot i que la via de comunicació sigui una altra llengua."

La transformació del llenguatge científic —i particularment matemàtic— no és tan sols una qüestió de vocabulari: "La utilització dels signes simbòlics progressivament admesos per convencions implícites o explícites no en tindrà prou amb un aprenentatge a través del diccionari: porta a dubtar o a enunciar certes implicacions que podríem anomenar "de sintaxi"; per exemple, les operacions algebraiques ja no són vistes com a aplicacions de les regles nascudes concretament de l'aritmètica: es comencen a veure obeint necessaris pressupòsits més generals i més profunds."²⁹

"La poesia, en certa mesura, analitza el llenguatge que allibera els mots dels seus lligams anteriors. Gràcies a aquest alliberament, els mots guanyen en profunditat i esdevenen més àgils per a les transformacions. Aquest aparell conceptual més ric serveix per fer

13. Diversos autors: *Scienza, degradazione del lavoro, sapere operaio*, "Aut-Aut", juliol-agost, 1979, n.º 172.

14. C. Offe: *Strukturprobleme des kapitalistischen Staates* Frankfurt am Main, Suunkamp Verlag, 1972.

15. H. Braverman: *Labor and Monopoly Capital. The degradation of work in the 20th century*, Nova York i Londres, Monthly Review Press, 1974.

16. Unesco: *Adaptation de l'enseignement scientifique et technique a l'évolution des sociétés et a la diversité des besoins des Etats membres*. Paris, Unesco, 1980.

17. J.M. Gago: *Homens e ofícios*. Lisboa, Intergráfica, 1978.

18. D. Kallen: *Society and the study of science, mathematics and technology*, Paris, Mimeo, s.a.

19. The Association for Popularization of Sciences (TIT): *Natural-Scientific Studio*, Budapest, 1973.

20. *Recommandation de la Conférence Internationale sur la Culture Technique dans le système d'éducation et le temps libre dans les pays en voie de développement*, Dubrovnik, 1978, p. 8.

21. *Op. cit.* p. 8.

22. B. Robinson: *Qui sera le mieux équipé pour enseigner la physique dans les années 1980*. "Impact", n.º 1, 1979.

23. J. Elsgeest: *L'enseignement des sciences par la solution des problèmes*. "Perspectives", vol. VIII, n.º 1, 1978, p. 73.

Club scientifico Foist 1970-71: *Attività extra-scolastiche di animazione scientifica*, 1 Milà, Foist, 1971.

III Campo scientifico estivo: *Attività extra-scolastiche di animazione scientifica*, 2 Milà, Foist, 1971.

24. B. Robinson: *Some thoughts on problems of university science teaching in the arab states*. Paris, Mimeo, s.a.

25. A.-J. Gunawardena: *The use of low-cost equipment and processes in science and mathematics education in Sri Lanka*, "Journal of Education", Sri Lanka, n.º 1, 1, 1980, p. 86.

26. M. Krasilchik: *1965-1977, an experience in the revival of the teaching of science*, CECISP, Sao Paulo Science Teaching Center.

27. A. Mostowski: *Sets*, dins *Scientific Thought, Some Underlying Concepts, Methods and Procedures*. Paris, Unesco, Mouton, 1972, p. 1-34.

28. Unesco: *Interactions between Linguistics and Mathematical Education*, Paris, 1975, p. 125.

29. C. Morazé i altres: *Les sciences et les facteurs de l'inégalité*. Paris, Unesco, 1979.

30. G. Bialkowski: *Cognitive and Aesthetic values in arts and sciences*. "Dialectics and humanism", n.º 2, 1978, p. 52.

31. H. Nathan: *Regles stables: science et transmission sociale*. Paris, OCDE, 1973.

32. *Op. cit.*

33. P. Facchi: *Sicurezza e verita*, Palerm, Palumbo, 1975, p. 113.

34. *Op. cit.*

35. A.V. Baez: *Innovation in science education-world-wide*, Paris, The Unesco Press, 1976, p. 17.

36. K. Keohane: *Questions pédagogiques. La société et les études scientifiques, mathématiques et technologiques*. Estrasbourg, Consell d'Europa, 1977.

37. R. Roy, citat a N. de Chambrun, A.-M. Reinhardt: *La science en patois*, "Le Monde Diplomatique", agost 1980 p.28

sortir millor els trets potencials o potser només oblidats de la realitat.

"Les tendències del llenguatge científic són exactament el contrari. Tal com ja hem dit, el tret característic del llenguatge poètic és la utilització de les paraules i dels seus agrupaments d'una manera precisa però al mateix temps poc comuna, per extirpar-les de la seva òrbita quotidiana. Al contrari, el tret més visible del llenguatge científic és la tendència a reforçar les connexions entre les paraules i fer que aquestes, així com les frases, siguin menys equívokes. El llenguatge científic sovint escull mots poc usats o els utilitza amb matisos de sentits rebuscats, cosa que afegeix a aquest llenguatge un cert sabor de metàfora inesperada. En física hi ha molts mots d'aquests, tals com "camp", "massa", "flux", "corrent", "càrrega", etc. Algunes frases també esdevenen estranyes: "font d'un camp", "ones planes", "conjugació de càrrega" en són alguns exemples."³⁰

La cooperació existent entre ciències socials i ciències físiques és modesta en relació amb les seves dependències mútues, que demanarien una cooperació més estreta entre diferents investigadors en aquests terrenys i quan tot just "comencem a comprendre la dependència mútua entre les ciències físiques i les ciències socials".³¹ Per exemple, "la psicologia és la ciència propedèutica que, d'una banda ocupant-se d'estudiar i relacionar les qualitats de l'home com a observador digne de fe, i de l'altra, del perfeccionament de la comunicació, és un complement necessari de la física".³² Noves relacions entre ciències socials i ciències exactes impliquen un treball comú entre investigadors, en què cada un pot definir la seva contribució en relació amb les qüestions plantejades per diferents disciplines.

La relació entre ciències naturals i socials amb els condicionaments i el sentit de seguretat de l'home forma part d'una reflexió sobre les ciències.³³ ¿En quina mesura les ciències humanes contribueixen a alliberar l'home de la por o a reforçar el domini dels uns sobre els altres?³⁴ Un problema que cal estudiar és la relació recíproca de les ciències socials i humanes en el combat de l'home per la seva llibertat.

Les relacions entre ciència i tecnologia també estimulen un debat fecund i contradictori entre científics:

a) "La ciència i la tecnologia neixen d'activitats diferents però de la mateixa importància. L'una és la recerca per al coneixement i la comprensió, i l'altra és el coneixement per satisfer les necessitats

humanes... Els dos modes, el de la recerca del científic i el del projecte de l'enginyer, han estat responsables d'un impacte social fantàstic de la ciència i la tecnologia. Però les tendències innovadores en l'educació científica fins ara sobretot han honorat i buscat d'insuflar en l'educació general únicament l'esperit científic, i han oblidat l'esperit de canvi propi del projecte que caracteritza els aspectes creatius de l'enginyer i que ha revolucionat la tecnologia."³⁵

b) "Amb tot, malgrat la seva formació, els estudiants sovint tenen tendència d'oblidar la interdependència estreta que hi ha entre la ciència i la tecnologia, i a ignorar que els avenços científics són tributaris de les realitzacions tècniques i viceversa."³⁶

c) "Ara tots som conscients del gran procés d'anivellament de la tecnologia fonamentada sobre la ciència, de la destrucció del que és únic i de la instal·lació de la uniformitat. Però la ciència no és la tecnologia."³⁷

d) "Un químic modern ha de conèixer molt bé els components electrònics fins i tot en els instruments que utilitza i també ha de saber reparar el seu propi instrument."³⁸

e) "Una actitud antitecnològica no ajudaria a resoldre el nostre dilema actual. L'ús enraonat de la tecnologia, en el sentit més ampli del terme, ens ha fet humans, ens ha donat l'oci necessari al pensament i una provisió il·limitada de temes per alimentar aquest pensament. Voler-ho negar és, de fet, negar la pròpia humanitat, com ho ha dit un dia Norbert Wiener: la tecnologia ha de promoure la utilització humana dels éssers humans."³⁹

La relació ciència-tecnologia d'avui dia reflecteix alhora l'ultrapassament de la polaritat "coneixement" i "control"⁴⁰ i la utilització immediata feta pels científics pel sistema de producció. Agafem l'exemple de les matemàtiques modernes: "en l'estructura de les matemàtiques modernes, la definició d'una finalitat concreta, la formulació d'un o diversos programes a atènyer, la seva avaluació en termes d'eficàcia, etc., la polaritat "coneixement" i "control" semblen absents. Precisament, les matemàtiques se centren al voltant de la realització de programes concrets de treball."⁴¹

Cal una nova síntesi que ultrapassi alhora la polaritat coneixement-control i la utilització immediata i instrumental de la ciència. Aquesta nova síntesi també és el resultat de noves relacions entre el teòric i el pràctic; aquestes noves relacions són la condició del desenvolupament de les ciències exactes, naturals i humanes i

és sobretot la transformació del teòric en absolut "que pot comportar-li el màxim perjudici, en aixafar-lo sota pretensions que no pot aconseguir. Només posant a lloc el teòric es pot tornar-li la seva veritable funció i dignitat. Però aquesta posada a lloc del teòric és inseparable de la posada a lloc del pràctic; únicament en la seva relació correcta poden, l'un i l'altre, esdevenir vertaders".⁴²

Les relacions entre tecnologia i ecosistema, tecnologia i art també són un eix important de la reflexió sobre la ciència, la tecnologia i l'educació.

"La modificació de cicles ecològics per mitjà de la tecnologia ha desplaçat la balança entre els processos cíclic i linear, les formes originals de la matèria no són reconstituïdes, o almenys al mateix lloc."⁴³ L'educació pot contribuir a nous equilibris dels ecosistemes per un nou coneixement i utilització de la ciència i la tecnologia. Pel que fa a les relacions entre l'art i la tecnologia, les opinions i les accions dels artistes són força diferents: "l'art és, sens dubte, per essència antitecnicista. És cert, l'art modern no pot ignorar ni els descobriments científics, ni els èxits tècnics. Però, en el millor dels casos, constitueix, davant la societat industrial, un antídote, un mirall sense complaença, i fins un mirall deformant".⁴⁴ Per contra, hi ha artistes que s'endinsen en la recerca tecnològica per dominar noves eines i assolir un art tecnològic.

En una certa mesura, l'adquisició i la difusió dels resultats de la recerca científica són una qüestió prèvia a una política d'educació científica.⁴⁵ La informació tècnica i científica demana la formació d'especialistes en la documentació científica, el nombre dels quals sovint és insuficient.

A part els especialistes de la documentació, persones diferents dels científics també aporten una contribució important a la informació i la formació científica. Per exemple, els comunicadors científics fan un paper destacat en l'educació científica;⁴⁶ els periodistes i els escriptors científics poden permetre una comprensió de la ciència i la tecnologia estimulant en l'home del carrer la comprensió de les relacions entre la vida quotidiana i els problemes científics i tecnològics.⁴⁷

Hi ha una acció de formació que els científics poden portar a terme fora de la reproducció acadèmica: la formació dels no-científics. "La manca d'interès de la comunitat científica pels no-científics és una forma més subtil d'arrogància. Abans del segle XX, els científics famosos oferien als no-científics llibres i conferències; la conferència anual de Nadal a la Royal Ins-



titution de Londres ha donat clàssics com la *Chemical History of a Candle...* Durant aquesta generació, s'ha fet un esforç per preparar els cursos científics per als no-científics —però la majoria dels científics professionals no hi han intervingut.⁴⁸ ¿Arrogància dels científics o feina com més va més difícil, en la transmissió de la ciència, a causa de la seva complexitat creixent?

Una metodologia de l'ensenyança científica afecta alhora les polítiques i les activitats educatives. Les polítiques educatives avui dia no poden ignorar la funció de la ciència i la tecnologia en les relacions internacionals; la divisió internacional del treball i les seves implicacions sobre la transferència de la ciència i la tecnologia, les noves configuracions del mercat del treball als diferents països, estimulen els sistemes educatius a revisar els continguts del seu programa; cal una metodologia apropiada per a una planificació educativa que vol traduir en política educativa les noves relacions entre ciències, tecnologia, identitat cultural i producció. Aquestes noves relacions poden significar per a certs països l'esperança d'una independència més gran, per a d'altres, una millor distribució del treball entre els diferents grups socials i d'edat, i encara a d'altres, una menor pol·lució del medi natural i de treball.

La política científica esdevé un element important de les polítiques de desenvolupament: "És essencial, doncs, en un primer estadi, determinar el component

científic i tecnològic dels plans nacionals de desenvolupament, identificar la política del govern en matèria d'educació científica i tecnològica dins el marc d'una política nacional d'educació."⁴⁹

Una planificació de l'educació, i en particular de l'educació científica, més atenta als problemes qualitius de l'ensenyament significa una flexibilitat més forta de programes científics adreçats als especialistes i al gran públic. Aquestes dues classes de públic tenen cada una la seva identitat específica i al mateix temps demanen una formació científica, perquè, d'un costat, els especialistes d'una disciplina científica tenen necessitat d'una informació científica que va més enllà del seu terreny, i de l'altre, perquè el gran públic a vegades planteja qüestions que ultrapassen la simple vulgarització. Traduir en polítiques educatives la riquesa de la petició d'informacions i de formació científica del món modern comporta una cooperació dels científics, del món del treball i del gran públic en la definició dels objectius de la política científica i no solament del seu ensenyament.

L'obertura de l'educació científica, a més de la formació o del reciclatge dels científics, pot ser contradictòriament una resposta positiva al greu problema de gestió de les nostres societats o un parany per manipular amb la finalitat d'orientar el consum o d'inculcar la ideologia dominant entre la població que encara no està preparada per controlar les

fonts d'informació; el risc de qualsevol operació temerària no ha de fer, però, descartar aquesta operació.

Les reflexions anteriors ens porten a retenir algunes qüestions:

a) ¿Per quins camins les polítiques educatives podrien garantir un equilibri entre l'educació científica dels científics i la del gran públic?

b) ¿Quines són les modalitats per ultrapassar la dicotomia entre coneixements i control, ciències i tècnica, allà on n'hi hagi, i quines són les modalitats per tornar a la recerca científica la seva vocació creativa i no solament aplicada, allà on s'ha anat perdent?

c) ¿Com podem mantenir una rigor i una progressió que observin el nivell dels coneixements dels nens, els joves i els adults, dins l'acció de divulgació de la ciència a totes les edats i per a tot el públic?

d) Dins el marc de la formació inicial i continuada, ¿l'ensenyament de la ciència i de la tecnologia, com a formació general, mereix desenvolupar-se més?

e) ¿Com podem promoure l'autoformació en el domini de l'aprenentatge científic, a partir de l'inici de la formació inicial?

f) ¿S'ha de fer un esforç per promoure una millor formació dels comunicadors científics i una millor integració d'aquests comunicadors amb els científics?

g) Art, ciències, tecnologia: comunicació i independència, ¿com promoure experiències en aquesta perspectiva de relació dialèctica?

h) ¿L'aprenentatge científic i tecnològic té el seu lloc en el lleure?, i com associar l'*homo ludens* i l'*homo faber*?

"L'aprenentatge implica la inhibició tant o més que l'activació...

El procés que permet respondre selectivament exigeix la capacitat de no respondre a les excitacions estranyes o no necessàries a la tasca en qüestió... Podríem recordar l'aforisme del filòsof xinès Lao Tse: és inútil poder dir sí si no tenim la possibilitat de dir no."⁵⁰

Educació permanent en el terreny de les ciències: ¿educació que s'acaba amb l'aprenentatge d'una llei científica i d'un domini d'una tècnica o educació que prepara per a noves descobertes, per a la posada en qüestió permanent de l'individu, per a nous comportaments? Aquest dilema és sobretot el del científic i no solament de l'educador: d'aquí l'ambigüitat dels científics que poder ser instruments del poder i/o individus que inquieten els poders instituts.

Ettore Gelpi

38. M. Malitza, A.M. Sandi, B. Chitima: *The impact of the evolution of exact sciences in the curricula during the next decades*. París, Unesco, 1980, p. 15.

39. K.K. Murthy: *L'home, la technologie et l'organicisme naturel*, "Impact", abril-juny, 1980.

40. Luke Hodgkin: *Politics and Physical Sciences*, "Radical Science Journal", n.º 4, 1976, p. 57.

41. *Op. cit.*, p. 55.

42. C. Castoriadis: *L'institut ou imaginaire de la société*. París, Seuil, 1975.

43. John Galtung: *Development, Environment and Technology. Towards a technology of self-reliance*. United Nations, 1979.

44. M. Ragon: *Art, Science, Technique*. "Cultures", vol. II, n.º 3, 1976, p. 138.

45. NIE Chunrong: *Chinese scientific and Technical Information: present status and future prospects*. "Unesco Journal of Information Science, Librarianship and Archives Administration", abril-juny 1980.

46. J.G. Richardson: *Science and technology as integral parts of our culture: interdisciplinary responsibilities of the scientific communicator*. "Journal Technical writing and communication", n.º 2, 1980.

47. *Op. cit.*

48. M. Gorran: *Some thoughts on anti-science*. "Impact", n.º 3, 1976, p. 230-231.

49. M. Magnus, J.A. Cole: *Rapports entre l'enseignement des sciences et celui de la technologie en Afrique*. Dakar, Breda, 1978.

50. L. Eisenberg: *Le caractère positif des négations inhibitrices*, dins Centre de Royaumont pour une science de l'home *L'unité de l'home*. París, éditions du Seuil, 1974, p. 319.