

Gelpi, Ettore

Politiques et activités d'éducation permanente : réflexions sur l'éducation scientifique

Organon 18 19, 5-16

1982 1983

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Ettore Gelpi (Italie)

POLITIQUES ET ACTIVITÉS D'ÉDUCATION PERMANENTE: RÉFLEXIONS SUR L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

1. Dans l'introduction de ce document, je tiens à informer le lecteur que je ne suis pas un spécialiste des sciences exactes et naturelles, et que mon intérêt dans le domaine de l'enseignement des sciences a été nourri par une expérience de formation et de recherche que j'ai faite en Italie dans les années 1967-71, avec des professeurs des sciences de l'enseignement secondaire et supérieur (physique, chimie, biologie, mathématiques) et des jeunes animateurs scientifiques¹.

Par contre, je m'occupe depuis 1955 d'éducation des adultes et d'éducation permanente. Cet article est le résultat de ces différentes expériences ainsi que des lectures récentes, notamment dans le domaine de l'enseignement des sciences.

2. On a souvent conçu l'enseignement scientifique et surtout l'enseignement technologique comme préparation pré-professionnelle ou professionnelle ou bien recyclage, et plus rarement, comme formation générale. En effet, le public intéressé par une problématique scientifique et technologique dépasse largement celui des jeunes et des adultes qui cherchent dans la science et la technologie des réponses à leurs problèmes spécifiquement professionnels. Science et technologie sont aujourd'hui des instruments nécessaires pour participer à la gestion politique d'une société, pour comprendre la problématique contemporaine de la prospective, pour être en mesure de faire face à des nécessités concernant le vécu quotidien (travail, habitat, consommation, etc.). L'élargissement du public intéressé à l'enseignement scientifique est un fait nouveau qui a des implications importantes sur le contenu de cet enseignement ainsi que sur la méthodologie et sur la nature de la contribution des différentes catégories de scientifiques.

3. Nous voilà face à ces quatre défis²: population, énergie, environnement,

¹ Club scientifici Foist 1970-71, *Attività extra-scholastiche di animazione scientifica*, 1 Foist, Milan 1971. III Campo scientifico estivo, *Attività extra-scholastiche di animazione scientifica*, 2 Foist, Milan 1971. *La formazione per l'ingegnamento delle scienze*, Formez 1971.

² R. Dahrendorf, *Observations on Science and Technology in a Changing Socio-economic Climate*, dans: auteurs variés, *Scientific-Technological Revolution: Social Aspects*, Londres: Sage, 1977, pp. 77-78.

nucléaire, qui exigent une vaste compréhension en termes scientifiques de la part de la population dans son ensemble. La science et la technologie sont une réponse aux problèmes futurs de l'humanité, même si l'optique de la science et de la technologie des années 60 a beaucoup changé. En premier lieu, l'adéquation de la science et de la technologie au développement et à la culture des peuples est de plus en plus soulignée; en deuxième lieu, un effort apparaît nécessaire pour améliorer une technologie fonctionnelle au développement industriel et agricole³, en se rappellent que

«La valeur traditionnelle, déjà souvent soulignée quant à l'héritage spirituel, doit être prise aussi en considération lorsqu'il s'agit du patrimoine technique. Avant de dénigrer catégoriquement la technologie traditionnelle comme obstacle du développement, a-t-on fait suffisamment d'efforts pour voir de près ce qu'elle est exactement et quels sont ces éléments positifs et négatifs et s'ils sont négatifs, pourquoi?»⁴

Après la confrontation «Entre une valorisation de la science et une critique de la science en tant qu'instrument de pouvoir et de destruction»⁵, résultat souvent d'une confusion entre science et technologie, on constate de nouvelles tendances qui «refusent l'émergence de nouveaux tabous antiscientifiques aussi bien que les anathèmes contre les scientifiques qui restent 'encore' pratiquantes»⁶. Cette récupération de la science est déjà présente dans la réflexion husserlienne sur la crise des sciences européennes où la polémique engagée contre le néo-positivisme et contre l'irrationalisme sert à démontrer que «la fausseté de l'alternative rationalisme formel-irrationalisme, dans laquelle l'idéalisme bourgeois a identifié ces positions limites opposées et démontre aussi l'erreur (par exemple de l'école de Francfort) de compromettre dans le refus de la réalisation capitaliste de la science, la science même et l'attitude scientifique en tant que telle»⁷.

4. Education scientifique pour la vie, pour stimuler «curiosité, créativité, compétence et compassion»⁸, pour améliorer la qualité de la vie en termes de «environnement, santé, nourriture, abri, ressources, travail enrichissant, repos et loisir, facilités éducatives et réalisations culturelles»⁹; dans cette perspective, l'éducation scientifique intéresse chacun, et pas seulement les professionnels de la science et de la technologie.

L'évolution des politiques éducatives vers des politiques d'éducation permanents passe par des transformations structurelles des systèmes politiques et éducatifs

³ Independent Commission on International Development Issues, *North South: a Programme for Survival*, Londres: Pan Books, 1980, p. 138.

⁴ K. Junzo, *Technologie voltaïque*, Ouagadougou, Musée national, 1975, p. 47.

⁵ M. Benaroché, *Science-efficiency marxisme*, «Les Temps Modernes» 401 (décembre 1979), pp. 1029-1053.

⁶ Loc. cit.

⁷ G. Semerari, *Materialismo e scienza naturale*, «Aut-Aut» 129-130 (mai-août 1972).

⁸ A. V. Baez, *Curiosity, Creativity, Competence and Compassion. Guidelines for Science Education in the Year 2000*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley 1979.

⁹ Ibid., p. 7.

ainsi que par une généralisation de l'autoformation: transformation des écoles, des bibliothèques, des musées en centres éducatifs ouverts à des publics plus vastes; mise à disposition de la radio et de la télévision pour des programmes éducatifs structurés et pas seulement épisodiques; congés de formation pour les travailleurs au-delà du recyclage; transformation de l'appareil productif, non seulement dans la direction d'une meilleure productivité, mais aussi et surtout dans celle d'une progression d'une démocratie industrielle réelle¹⁰. Mais ces transformations structurelles ne sont que des conditions qui favorisent une politique d'éducation permanente. Une pleine utilisation des structures éducatives, un développement de l'autoformation individuelle et collective, un enrichissement de l'action culturelle, etc. sont et seront toujours le résultat d'une action dialectique entre (a) l'homme et la femme dans leurs expressions individuelles et collectives, et (b) les structures productives, éducatives et culturelles. On est obligé de constater immédiatement une pénurie de ces structures dans une partie de la planète et leur utilisation déficiente dans d'autres parties. L'enseignement scientifique n'échappe pas non plus à ce constat.

«Le système éducatif doit être structuré de telle manière qu'il puisse donner à chaque membre de la société une éducation générale égale dans les disciplines scientifiques de base de haute qualité, une introduction aux technologies modernes de base, ainsi qu'une formation professionnelle, large quoique en même temps plus spécialisée. Toute orientation unisectorielle sur des disciplines spéciales scientifiques déjà au niveau secondaire serait autant inadéquate qu'une formation professionnelle prématurée»¹¹.

5. Dans une politique d'éducation permanente, la méthodologie pour l'éducation scientifique concerne l'éducation des enfants, des jeunes et des adultes ainsi que celle des éducateurs. La spécificité de cette réflexion est surtout centrée sur un apprentissage scientifique qui intéresse tout âge et toute la durée de l'existence. Il y a donc deux spécificités concernant la méthodologie de l'enseignement et de l'apprentissage d'une éducation permanente de l'homme dans le domaine des sciences: celle de l'âge et des motivations de l'individu en train d'apprendre et celle d'un apprentissage scientifique permanent, spécificités dont l'intégration est possible. L'évolution des possibilités d'apprentissage en fonction de l'âge, est un aspect de cette réflexion¹², un autre pouvant être la continuité de cet apprentissage.

De la formation initiale, il est de plus en plus accepté que l'éducation, scientifique ou non, puisse contribuer au développement de la personne dans sa globalité et non seulement au développement intellectuel; l'homme a une tête, un cœur et

¹⁰ IRES CGIL, *Democrazia industriale: idee e materiali*, Roma: Esi, 1980.

¹¹ A. Meier, *Occupational Preparation of Youth under the Conditions of the Scientific-technological Revolution*, dans: A. Kloskowska, G. Martinotti, *Education in a Changing Society*, Londres: Sage, 1977, p. 152.

¹² D. J. J. Levinson, *The Seasons of a Man's Life*, N. Y.: Ballantine Books, 1978.

des mains¹³. La formation scientifique initiale a des conséquences importantes sur la formation ultérieure; la rigueur scientifique et l'aperçu diachronique des catégories et des jugements scientifiques¹⁴ ne sont pas facilement intériorisés par les jeunes et les adultes, parce que l'éducation moderne n'est pas toujours en mesure de donner dès le début une dimension historique et critique à l'enseignement scientifique dans l'éducation de masse initiale et ultérieure (décalage de contenus, manque de préparation des enseignants).

6. Une formation initiale où la relation entre travail et éducation serait différente, où le travail manuel trouverait sa place et serait intégré au travail intellectuel, pourrait entraîner un enseignement scientifique et technologique plus significatif à condition que l'expérience de travail garde aussi sa dimension éducative. Une éducation où la production serait une dimension permanente, stimulerait un enseignement fondé sur l'observation, sur l'exercice et pas seulement sur la mémorisation.

L'introduction du travail productif dans le processus scolaire implique une révision de l'enseignement des sciences et de la technologie. Plusieurs réformes au niveau du secondaire font place au travail productif, mais souvent n'ont pas de succès parce qu'elles maintiennent une séparation dans les programmes entre la formation générale et l'expérience de travail productif, et parce qu'elles sont en retard en ce qui concerne la connaissance de l'évolution de la réalité du travail dans les différentes sociétés. Une approche scientifique pourrait permettre à l'introduction du travail productif dans l'éducation de ne pas être l'expression d'une déclaration moraliste, de ne pas renforcer le clivage entre travail manuel et intellectuel et d'avoir une authentique expérience éducative qui favorise l'épanouissement individuel et collectif de l'homme, et qui vise au développement de toutes ses sensibilités et aptitudes physiques, esthétiques et intellectuelles.

L'évolution du travail des secteurs industriels et de certains services peut amener à une séparation ou à un rapprochement entre les travailleurs et la machine¹⁵. Ce constat amène à des conclusions différentes en ce qui concerne les qualifications demandées aux travailleurs, l'une plus optimiste¹⁶, l'autre plus pessimiste¹⁷.

7. Science de l'environnement, science expérimentale, science appliquée, science et société, recherche personnelle¹⁸: cette progression proposée pour l'enseignement secondaire ne concerne pas seulement l'enseignement secondaire: au-delà du cadre

¹³ J. D. Lockrad (ed), *Unesco Handbook for Science Teachers*, Paris, Unesco, 1980, p. 188.

¹⁴ Ettore Casari, *Formazione scientifica e scuola di massa, Scuola e scienza. Un dibattito sui rapporti fra ricerca e didattica*, Bari: De Donato, 1975, pp. 103-112.

¹⁵ Auteurs variés, *Scienza, degradazione del lavoro, sapere operaio*, «Aut-Aut» 172 (juillet-août 1979).

¹⁶ C. Offe, *Strukturprobleme des Kapitalistischen Staates*, Frankfurt/M.: Sunkamp Verlag, 1972.

¹⁷ H. Braverman, *Labor and Monopoly Capital. The Degradation of Work in the 20th Century*, «Monthly Review Press», N. Y. et Londres, 1974.

¹⁸ Unesco, *Adaptation de l'enseignement scientifique et technique à l'évolution des sociétés et à la diversité des besoins des États membres*, Paris, Unesco, 1980.

scolaire, tout enseignement scientifique demande une progression de l'apprentissage sans que toutefois cette progression ne soit pas trop rigide et ne limite pas la créativité.

La science et la technologie de la vie quotidienne sont une source importante d'éducation ainsi que leur histoire¹⁹. Il s'agit de construire sur les expériences scientifiques et technologiques de la vie quotidienne, des apprentissages plus vastes et structurés pour permettre à tous d'enrichir leurs propres connaissances scientifiques.

8. Dans une analyse éducative comparée, on peut constater que l'enseignement scientifique (mathématiques, sciences, technologie, etc.) est assez pauvre dans la formation générale des adultes²⁰, parce que cet enseignement a eu trop souvent seulement une coloration et une finalité professionnelles.

L'offre faite par ces centres d'animation et de vulgarisation scientifiques trouve d'habitude une réponse favorable de nombreux jeunes et adultes, surtout lorsque le programme de ces centres fait place aux résultats des récentes découvertes scientifiques et applications technologiques qui sont souvent encore absentes dans les programmes scolaires²¹, mais cette offre est dans la plupart des pays encore très insuffisante.

Si, dans le domaine des lettres et sciences morales, (langues, histoire, philosophie, littérature, théâtre, cinéma, etc.), des sciences sociales (sociologie, politique, psychologie sociale, anthropologie, etc.), on a l'impression de pouvoir reprendre des études formelles sans difficulté tout au cours de notre vie, on a par contre l'impression qu'il n'est pas possible de faire de même avec les sciences exactes et naturelles. La plupart des adultes ont un enseignement mathématique et scientifique qui s'arrête en général à la formation initiale (et l'apprentissage dans ce domaine a été dans la plupart des cas limité à l'enseignement formel). Ces difficultés sont dues à l'aspect cumulatif de l'apprentissage scientifique, aspect qui est moins présent dans le domaine littéraire.

9. Les points de départ pour définir le choix des matières afin de «réaliser les buts et les tâches de l'éducation scientifique, technique et de travail»²² sont apparus nombreux à l'occasion d'une conférence internationale sur le développement de la culture scientifique et technique: «il fallait partir: des caractéristiques et des exigences productives, techniques et technologiques du milieu local; des plans et programmes de développement socio-économique des collectivités nationales; des réalisations du progrès scientifique et technique, ainsi que des possibilités de les appliquer dans les différents domaines de travail de la vie de l'homme; de leurs valeurs

¹⁹ J. M. Gago, *Homens e ofícios*, Lisbonne: Intergráfica, 1978.

²⁰ D. Kallen, *Society and the Study of Science, Mathematics and Technology*, Paris: Mimeo, s. d.

²¹ The Association for the Popularization of Sciences (TIT), *Natural-Scientific Studio*, Budapest, 1973.

²² 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.

pédagogiques et éthiques pour l'épanouissement général et libre des jeunes; de l'âge et des possibilités psycho-physiques des élèves»²³.

L'appauvrissement de l'enseignement scientifique, en ce qui concerne l'enseignement de la méthode et des travaux pratiques²⁴ a des conséquences négatives sur le futur apprentissage. En effet, l'apprentissage d'une méthode scientifique ainsi que le travail pratique peuvent stimuler des futurs apprentissages et surtout l'auto-formation. Cet appauvrissement est un indice d'une réduction d'investissement par habitant dans l'enseignement scientifique au fur et à mesure que cet enseignement et l'éducation en général, deviennent de masse. Et lorsqu'on parle d'investissement, il ne faut pas seulement se référer à l'acquisition des équipements coûteux; il s'agit surtout de former les éducateurs à des méthodologies actives: «le rôle du maître est donc de créer des situations qui forcent les élèves à réagir: d'abord, cerner les problèmes, puis trouver les moyens de les résoudre. Ces situations peuvent être créées à l'aide de matériel (simple) fourni aux élèves ou en les laissant explorer leur milieu naturel»²⁵.

10. L'importation des programmes et du matériel d'enseignement scientifique²⁶ pose des problèmes à cet enseignement, parce que cette importation rend plus difficile l'identification de celui qui apprend avec les disciplines scientifiques.

«Beaucoup d'enseignants ne cherchent pas à produire du matériel pédagogique parce qu'ils sont conditionnés par l'équipement standard. Ils hésitent à huiler ou à graisser une pièce d'équipement ou à serrer un écrou par manque de confiance en eux-mêmes. Dans la préparation de sessions de formation, certains problèmes ont été identifiés:

- 1) manque de confiance et de pensées novatrices
- 2) manque de matière première dans le voisinage
- 3) manque d'instruments autour d'eux
- 4) manque de locaux professionnels
- 5) manque de compétence de base dans le maniement des instruments
- 6) manque de temps libre»²⁷.

Il y a donc une nécessité de revoir la formation initiale et continue des enseignants, et en même temps dans plusieurs cas les conditions de travail des enseignants, pour leur permettre de se familiariser avec le matériel et l'entretien de l'équipement; la contribution de différentes espèces de techniciens dans l'enseignement, et non seulement enseignants, pourrait contribuer à résoudre ce type de problème. Des expériences de formation sont en cours, mais très limitées et en général on peut

²³ Ibid., p. 8.

²⁴ B. Robinson, *Qui sera le mieux équipé pour enseigner la physique dans les années 1980*, «Impact» 1 (1979).

²⁵ J. Elsgeest, *L'Enseignement des sciences par la solution des problèmes*, «Perspectives» VII (1978), 1, p. 73.

²⁶ B. Robinson, *Some Thoughts on Problems of University Science Teaching in the Arab States* Paris: Mimeo, s. d.

²⁷ A. J. Gunawardena, *The Use of Low-cost Equipment and Processes in Science and Mathematics Education in Sri Lanka*, «Journal of Education», Sri Lanka, 1 (1980), I, p. 86.

dire que l'assistance donnée aux enseignants des disciplines scientifiques est insuffisante. Parmi les expériences de formation des enseignants des sciences, on citera celles de Sao Paulo Science Teaching Center dont le programme inclut: a) une assistance permanente aux enseignants des sciences, b) la promotion des séminaires, débats et conférences sur des thèmes en relation au développement et à l'enseignement des sciences; c) la conduite de cours de formation professionnelle; d) l'édition des livres et des périodiques concernant l'enseignement des sciences; e) un rapport sur l'enseignement des sciences au Brésil²⁸.

11. La familiarité des enseignants avec l'histoire et la philosophie des sciences, la logique, les concepts mathématiques²⁹ pourrait permettre un enseignement plus rigoureux et faciliter dans une certaine mesure l'auto-apprentissage.

La formation des enseignants des sciences est aussi importante dans le domaine linguistique. La coopération entre les spécialistes des langues et des sciences a donné des résultats concrets en ce qui concerne le langage scientifique dans l'activité éducative. Voici certains résultats concernant les mathématiques: «La langue quotidienne de l'étudiant doit être utilisée pour discuter les concepts mathématiques avant d'introduire le vocabulaire technique approprié: le symbolisme mathématique ne doit pas être introduit avant que l'étudiant ait reconnu, utilisé et verbalisé le concept correspondant; le recours à la langue maternelle peut être souhaitable dans la leçon de mathématique, même si une autre langue est la voie de communication»³⁰.

La transformation du langage scientifique — et particulièrement mathématique — n'est pas seulement une question de vocabulaire: «L'utilisation des signes symboliques progressivement admis par conventions implicites ou explicites ne se suffira pas d'un apprentissage par dictionnaire: elle conduit à soupçonner ou à énoncer certaines implications qu'on pourrait appeler 'de syntaxe'; par exemple, les opérations algébriques ne sont plus retenues comme des applications des règles concrètement issues de l'arithmétique: on commence à les ressentir comme obéissant à de nécessaires présupposés plus généraux et plus profonds»³¹.

«La poésie, dans une certaine mesure, analyse le langage qui libère les mots de leurs liens antérieurs. Grâce à cette libération, les mots gagnent en profondeur et deviennent plus souples pour des transformations. Cet appareil conceptuel plus riche sert à mieux faire ressortir les traits potentiels ou peut-être seulement oubliés de la réalité.

Les tendances du langage scientifique sont exactement l'opposé. Comme nous l'avons mentionné, le trait caractéristique du langage poétique est l'utilisation des mots et de leurs groupements d'une manière précise mais en même temps peu commune, pour extirper les mots de leur orbite quotidienne. Au contraire, le trait le

²⁸ M. Krasilchik, 1965-1977, *An Experience in the Revival of the Teaching of Science*, CECISP, Sao Paulo Science Teaching Center.

²⁹ A. Mostowski, *Sets*, dans: *Scientific Thought, Some Underlying Concepts Methods and Procedures*, Paris, Unesco: Mouton 1972, pp. 1-34.

³⁰ Unesco, *Interactions between Linguistics and Mathematical Education*, Paris, 1975, p. 125.

³¹ C. Morazé et autres, *les Sciences et les facteurs de l'inégalité*, Paris, Unesco, 1979.

plus visible du langage scientifique est la tendance à renforcer les connexions entre les mots et de rendre les mots, et même les phrases moins équivoques. Le langage scientifique choisit fréquemment des mots peu usités ou les emploie avec des nuances de sens recherchées, ce qui ajoute à ce langage une certaine saveur de métaphore inattendue. En physique, il y a quantité de ces mots, tels que 'champ', 'masse', 'flux', 'courant', 'charge', etc. Certaines phrases n'en sont pas moins étranges: 'source d'un champ', 'ondes planes', 'conjugaison de charge', sont des exemples parmi tant d'autres»³².

12. La coopération existante entre sciences sociales et sciences physiques est modeste en relation à leurs dépendances mutuelles qui demanderait une coopération plus étroite entre différents chercheurs dans ces deux domaines et «nous commençons seulement à comprendre la dépendance mutuelle entre les sciences physiques et les sciences sociales»³³. Par exemple «la psychologie est la science propédeutique, qui s'occupant d'une part de rendre raison ou de faire le décompte des performances de l'homme et tant qu'observateur digne de foi, et d'autre part, du perfectionnement de la communication, est un complément nécessaire à la physique»³⁴. De nouvelles relations entre sciences sociales et sciences exactes impliquent un travail commun entre chercheurs, ou chacun peut définir sa contribution en relation aux questions posées par de différentes disciplines.

La relation entre sciences naturelles et sociales avec les conditionnements et le sens de sécurité de l'homme fait partie d'une réflexion sur les sciences³⁵. Dans quelle mesure les sciences humaines contribuent-elles à libérer l'homme de la peur ou à renforcer la domination des uns sur les autres?³⁶ Un problème à étudier est la relation réciproque des sciences sociales et humaines dans le combat de l'homme pour sa liberté.

13. Les relations entre science et technologie stimulent aussi un débat fécond et contradictoire entre scientifiques:

a) «La science et la technologie jaillissent d'activités différentes mais également importantes. L'une est la recherche pour la connaissance et la compréhension, la connaissance pour satisfaire les besoins humains... Les deux modes, celui de la recherche du scientifique et celui du dessein de l'ingénieur, ont été responsables d'un impact social fantastique de la science et de la technologie. Mais les tendances novatrices dans l'éducation scientifique jusqu'à maintenant ont surtout honoré et cherché à insuffler dans l'éducation générale de changement à travers le dessein qui caractérise les aspects créatifs de l'ingénierie et qui a révolutionné la technologie»³⁷.

³² G. Białkowski, *Cognitive and Aesthetic Values in Arts and Sciences*, «Dialectics and Humanism» 2 (1978), p. 52.

³³ H. Nathan, *Règles stables: science et transmission sociale*, Paris, OCDE, 1973.

³⁴ Ibid.

³⁵ P. Facchi, *Sicurezza e verità*, Palerme: Palumbo, 1975, p. 113.

³⁶ Loc. cit.

³⁷ A. V. Baez, *Innovation in Science Education — World-wide*, Paris: the Unesco Press, 1976, p. 17.

b) «Pourtant, malgré leur formation, les étudiants ont souvent tendance à oublier l'interdépendance étroite qui existe entre la science et la technologie, et à ignorer que les progrès scientifiques sont tributaires des réalisations techniques et vice versa»³⁸.

c) «Nous sommes tous maintenant conscients du grand processus de nivellement de la technologie fondée sur la science, de la destruction de ce qui est unique et de l'installation de l'uniformité. Mais la science n'est pas la technologie»³⁹.

d) «Un chimiste moderne doit très bien connaître les composants électroniques inclus dans les instruments qu'il utilise et doit aussi avoir la compétence de réparer son propre instrument»⁴⁰.

e) «Une attitude anti-technologique n'aidera pas à résoudre notre dilemme actuel. C'est l'usage judicieux de la technologie, au sens le plus large du terme, qui nous a rendus humains, en nous procurant le loisir nécessaire à la pensée et une provision illimitée de sujets pour nourrir cette pensée. Vouloir le nier, c'est en fait nier sa propre humanité, comme l'a dit un jour Norbert Wiener: la technologie doit promouvoir l'utilisation humaine des êtres humains»⁴¹.

14. La relation science-technologie d'aujourd'hui reflète à la fois le dépassement de la polarité «connaissance» et «contrôle»⁴² et l'utilisation immédiate faite des scientifiques par le système de production. Prenons l'exemple des mathématiques modernes: «dans la structure des mathématiques modernes — la définition d'une finalité précise, la formulation d'un ou plusieurs programmes à atteindre, leur évaluation en terme d'efficacité, etc., la polarité 'connaissance' et 'contrôle' semblent être absents. Précisément, les mathématiques sont centrées autour de la réalisation des programmes précis de travail»⁴³.

Une nouvelle synthèse est nécessaire qui dépasse à la fois la polarité connaissance—contrôle et l'utilisation immédiate et instrumentale de la science. Cette nouvelle synthèse est aussi le résultat de nouvelles relations entre le théorique et le pratique; ces nouvelles relations sont la condition du développement des sciences exactes, naturelles et humaines et c'est surtout la transformation du théorique en absolu «qui peut lui porter le plus préjudice, l'écrasant sous des prétentions qu'il ne peut réaliser. Seule une mise en place du théorique peut le restaurer dans sa vraie fonction et dignité. Mais cette mise en place du théorique est inséparable de la mise en place du pratique; ce n'est que dans leur relation correcte qu'ils peuvent, l'un et l'autre, devenir vrais»⁴⁴.

³⁸ K. Koehane, *Questions pédagogiques. La société et les études scientifiques, mathématiques et technologiques*, Strasbourg, Conseil de l'Europe, 1977.

³⁹ R. Roy, cité in N. de Chambrun, A. M. Reinhard, *la Science en patois*, «le Monde diplomatique» (août 1980), p. 28.

⁴⁰ M. Malitza, A. M. Sandi, B. Chitimia, *The Impact of the Evolution of Exact Sciences on the Curricula During the Next Decades*, Paris, Unesco, 1980, p. 15.

⁴¹ K. K. Murthy, *l'Homme, la technique et l'organicisme naturel*, «Impact» (avril-juin 1980).

⁴² Luke Hodgkin, *Politics and Physical Sciences*, «Radical Science Journal» 4 (1976), p. 57.

⁴³ Ibid., p. 55.

⁴⁴ C. Castoriadis, *l'Institut ou imaginaire de la société*, Paris: Seuil, 1975.

15. Les relations entre technologie et écosystème, technologie et art sont aussi un axe important de la réflexion sur la science, la technologie et l'éducation.

«La modification de cycles écologiques à travers la technologie a déplacé la balance entre les processus cyclique et linéaire, les formes originelles de la matière ne sont pas reconstituées, ou au moins dans le même endroit»⁴⁵. L'éducation peut contribuer à de nouveaux équilibres des écosystèmes par une nouvelle connaissance et utilisation de la science et de la technologie.

Sur les relations entre l'art et la technologie, les avis et les actions des artistes sont assez partagés: «l'art est sans doute par essence antitechniciste. Certes, l'art moderne ne peut ignorer ni les découvertes scientifiques, ni les prouesses techniques. Mais, dans le meilleur des cas, il constitue, face à la société industrielle, un antidote, un miroir sans complaisance, voire un miroir déformant»⁴⁶. Par contre, il y a des artistes qui s'engagent dans la recherche technologique pour appréhender de nouveaux outils et aboutir à un art technologique.

16. Dans une certaine mesure, l'acquisition et la dissémination des résultats de la recherche scientifique sont un préalable d'une politique d'éducation scientifique⁴⁷. L'information technique et scientifique demande une formation des spécialistes dans la documentation scientifique, dont le nombre est souvent insuffisant.

A part les spécialistes de la documentation, une contribution importante à l'information et à la formation scientifique est apportée aussi par d'autres personnes que les scientifiques. Par exemple, les communicateurs scientifiques jouent un rôle important dans l'éducation scientifique⁴⁸; journalistes et écrivains scientifiques peuvent permettre une compréhension de la science et de la technologie stimulant dans l'homme de la rue la compréhension des relations entre la vie quotidienne et les problèmes scientifiques et technologiques⁴⁹.

Il y a une action de formation que les scientifiques peuvent jouer au-delà de la reproduction académique; la formation des non-scientifiques, «Le manque d'intérêt de la communauté scientifique pour les non-scientifiques est une forme plus subtile d'arrogance. Avant le XX^e siècle, les scientifiques réputés approvisionnaient les non-scientifiques de livres et de conférences; la conférence annuelle de Noël à la Royal Institution de Londres a produit des classiques comme la *Chemical History of a Candle*... Pendant cette génération, un effort a été fait pour préparer les cours scientifiques pour des non-scientifiques — mais la majorité des scientifiques professionnels n'étaient pas impliqués»⁵⁰. Arrogance des scientifiques ou tâche de plus en plus difficile, dans la transmission de la science, due à sa complexité croissante?

⁴⁵ John Galtung, *Development, Environment and Technology. Towards a Technology of Self-reliance*, United Nations, 1979.

⁴⁶ M. Ragon, *Art, Science, Technique*, «Cultures» II (1976), 3, p. 138.

⁴⁷ NIE Chunrong, *Chinese Scientific and Technical Information: Present Status and Future Prospects*, «Unesco Journal of Information Science, Librarianship and Archives Administration» (April-June 1980).

⁴⁸ J. G. Richardson, *Science and Technology as Integral Parts of Our Culture: Interdisciplinary Responsibilities of the Scientific Communicator*, «Journal Technical Writing and Communication» 2 (1980).

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ M. Gorran, *Some Thoughts on Anti-science*, «Impact» 3 (1976), pp. 230-31.

17. Une méthodologie de l'enseignement scientifique concerne à la fois les politiques et les activités éducatives. Les politiques éducatives ne peuvent pas aujourd'hui ignorer la fonction de la science et de la technologie dans les relations internationales; la division internationale du travail et ses implications sur le transfert de la science et de la technologie, les nouvelles configurations du marché du travail dans les différents pays, stimulent les systèmes éducatifs à revoir les contenus de leur programme; une méthodologie appropriée est nécessaire pour une planification éducative qui veut traduire en politique éducative les nouvelles relations entre sciences, technologie, identité culturelle et production. Ces nouvelles relations peuvent signifier, pour certains pays l'espoir d'une plus forte indépendance, pour d'autres une meilleure distribution du travail entre les différents groupes sociaux et d'âge, dans d'autres une pollution mineure de l'environnement naturel et de travail.

La politique scientifique devient un élément important des politiques de développement. «Il est donc essentiel, à un premier stade, de déterminer la composante scientifique et technologique des plans nationaux de développement, d'identifier la politique du gouvernement en matière d'éducation scientifique et technologique dans le cadre d'une politique nationale, d'éducation»⁵¹.

Une planification de l'éducation, et notamment de l'éducation scientifique, plus attentive aux problèmes qualitatifs de l'enseignement, signifie une plus forte flexibilité de programmes scientifiques adressés aux spécialistes et au grand public. Ces deux types de public ont chacun leur identité spécifique et en même temps ils sont demandeurs d'une formation scientifique parce que, d'un côté, les spécialistes d'une discipline scientifique ont besoin d'une information scientifique qui va bien au-delà de leur domaine, et de l'autre parce que le grand public a certaines fois des demandes qui dépassent la simple vulgarisation. Traduire en politiques éducatives la richesse de la demande d'informations et de formation scientifique du monde moderne, comporte une coopération des scientifiques, du monde du travail et du grand public dans la définition des objectifs de la politique scientifique et technologique et non seulement de leur enseignement.

L'ouverture de l'éducation scientifique, au-delà de la formation ou du recyclage des scientifiques, peut être contradictoirement une réponse positive au grave problème de gestion de nos sociétés ou un piège pour manipuler afin d'orienter la consommation ou d'inculquer l'idéologie dominante parmi des populations qui ne sont pas en mesure de contrôler les sources d'information; le risque de toute opération audacieuse ne doit pas amener à éviter cette opération.

18. Et pour conclure, voici certaines questions:

a) par quelles voies des politiques éducatives pourraient-elles garantir un équilibre entre l'éducation scientifique des scientifiques et celle du grand public?

b) Quelles sont les modalités pour le dépassement de la dichotomie entre connaissances et contrôle, sciences et technique, là où elle existe, et quelles sont les

⁵¹ M. Magnus, J. A. Cole, *Rapports entre l'enseignement des sciences et celui de la technologie en Afrique*, Breda, 1978, Dakar.

modalités pour rendre à la recherche scientifique sa vocation créative et pas seulement appliquée, là où elle est descendante?

c) Comment peut-on garder une rigueur et une progression qui tiennent compte du niveau des connaissances des enfants, des jeunes et des adultes, dans l'action de divulgation de la science à tout âge de la vie et pour tout public?

d) Est-ce que, dans le cadre de la formation initiale et continue, l'enseignement de la science et de la technologie, en tant que formation générale, mérite d'être développé davantage?

e) Comment peut-on promouvoir l'autodidaxie dans le domaine de l'apprentissage scientifique, dès le début de la formation initiale?

f) Un effort doit-il être fait pour promouvoir une meilleure formation des communicateurs scientifiques et une meilleure intégration de ces communicateurs avec les scientifiques?

g) Art, sciences, technologie: communication et indépendance, comment promouvoir des expériences dans cette perspective de relation dialectique?

h) L'apprentissage scientifique et technologique a-t-il sa place dans le loisir et comment associer l'*homo ludens* et l'*homo faber*?

«L'apprentissage implique l'inhibition tout autant et sinon plus que l'activation... Le processus qui permet de répondre sélectivement exige la capacité de ne pas répondre aux excitations étrangères ou non nécessaires à la tâche en question... Nous pourrions rappeler l'aphorisme du philosophe chinois Lao-tseu: il est inutile de pouvoir dire oui si on n'a pas la possibilité de dire non»⁵².

Education permanente dans le domaine des sciences: éducation qui s'achève par l'apprentissage d'une loi scientifique et d'une maîtrise d'une technique ou éducation qui prépare à de nouvelles découvertes, à la remise en cause permanente de l'individu, à de nouveaux comportements? Ce dilemme est surtout celui du scientifique et pas seulement de l'éducateur: de là l'ambiguïté des scientifiques qui peuvent être des instruments du pouvoir et/ou des individus qui inquiètent les pouvoirs en place.

⁵² L. Eisenberg, *le Caractère positif des négociations inhibitrices in Centre de Royaumont pour une science de l'homme, l'Unité de l'homme*, Paris: Seuil, 1974, p. 319.