Les évolutions de l'enseignement des sciences. L'expérience indienne

Developments in science education The Indian experience

Las evoluciones de la enseñanza de las ciencias. La experiencia en India

A.K. Sharma

Traducteur : Florence Robine

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/ries/703>

DOI : 10.4000/ries.703

ISSN : 2261-4265

Éditeur

Centre international d'études pédagogiques

Édition imprimée

Date de publication : 1 septembre 2009

Pagination : 103-113

ISSN : 1254-4590

Référence électronique

A.K. Sharma, « Les évolutions de l'enseignement des sciences. L'expérience indienne », *Revue internationale d'éducation de Sèvres* [En ligne], 51 | septembre 2009, mis en ligne le 01 septembre 2012, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/ries/703> ; DOI : 10.4000/ries.703

Les évolutions de l'enseignement des sciences

*L'expérience indienne**

A.K. Sharma

Par nature, l'enseignement exerce une influence sur le processus de développement et est influencé par lui. Il existe peu de champs d'activité ou de secteurs de développement qui ne soient influencés par l'éducation, de même que tous les secteurs de développement ont un impact sur les systèmes d'enseignement. Ce rôle de l'éducation dans la transformation sociale et le développement national fait qu'il est désormais capital que les programmes d'études scolaires soient assez dynamiques pour répondre aux priorités nationales et aux objectifs de développement à long terme du pays. En Inde, les préoccupations émergentes et impératives ayant une incidence sur les programmes scolaires sont d'ordre socioculturel, politique et économique : il s'agit de l'égalité des chances, de la préservation de l'héritage culturel, du renforcement de l'identité nationale et de l'unité, du développement de la personnalité et de l'apprentissage de valeurs, de la protection de l'environnement et de la conservation de ressources naturelles, du respect des normes familiales, des conceptions et des croyances de la population, d'une éducation orientée vers l'avenir ; il s'agit aussi de promouvoir une pédagogie centrée sur une approche constructiviste qui place l'enfant au centre, sur « apprendre à apprendre », sur le développement de la créativité et du sens scientifique, sur l'interface avec le monde de travail et sur l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC).

Ces questions doivent être traitées à travers les divers domaines du curriculum, dont les sciences.

LE SYSTÈME ÉDUCATIF INDIEN

Pour avoir une vue précise du statut de l'enseignement scientifique en Inde, il est nécessaire de se faire une idée du système éducatif du pays. La constitution promulguée en 1950 implique que tous les élèves aient accès à une éducation de qualité comparable, sans tenir compte de leur caste, de leur religion, de leur origine géographique ou de leur sexe.

Le système éducatif est basé sur une structure pédagogique commune, selon le modèle 10 + 2 + 3 : les cinq années d'éducation fondamentale sont

* Article traduit par Florence Robine.

suivies de trois années de primaire supérieur (constituant huit années d'école élémentaire), puis de deux années de secondaire, et enfin de deux années de secondaire supérieur. Le système comprend donc dix années d'éducation générale pour tous et inclut deux années de secondaire supérieur comprenant une voie « académique » et une voie de formation professionnelle.

Selon la Politique nationale de l'éducation (1986/1992), le système éducatif national d'éducation est basé sur un curriculum national, constitué d'un ensemble obligatoire commun complété de composantes variables. L'ensemble commun inclut toutes les questions mentionnées *supra*.

L'Union indienne comprend 29 États et 6 Territoires de l'Union (UT). L'éducation relève essentiellement des États, le centre ne jouant qu'un rôle consultatif. Cependant, l'amendement constitutionnel de 1976 a placé l'éducation dans un domaine partagé, ce qui entraîne une nouvelle répartition des responsabilités entre le gouvernement de l'Union et les États. Si le rôle et la responsabilité des États en matière d'éducation demeurent inchangés, le gouvernement de l'Union endosse une plus grande responsabilité afin de renforcer le caractère national de l'éducation et son rôle en matière d'intégration, de maintenir la qualité dans les standards (y compris ceux de la qualité professionnelle de l'enseignement à tous les niveaux), d'étudier et de contrôler les exigences du pays en matière d'éducation et, de façon générale, d'encourager l'excellence à tous les niveaux.

Dans ce but, les directives générales de mise en œuvre de la politique éducative sont formulées par le Conseil national de recherche pédagogique et de formation (NCERT : *National Council of Educational Research and Training*), un organisme indépendant chargé d'aider et de conseiller le gouvernement sur tout ce qui concerne l'éducation, en particulier dans le domaine scolaire, principalement en matière de formation des maîtres, de recherche et de développement. Le NCERT conçoit le cadre curriculaire national.

L'ÉVOLUTION DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES : QUELQUES JALONS

L'enseignement scientifique a fait partie des matières obligatoires dans la plupart des États et Territoires jusqu'à l'introduction d'un modèle uniforme d'éducation en 1975, la plupart du temps sous la forme d'un enseignement général ne différenciant pas les disciplines. Cependant, dans le secondaire, la science était une option facultative présentée comme une combinaison de sciences physiques et de biologie. Les programmes (syllabi) et manuels étaient prescrits par les agences respectives de chaque État, offrant de ce fait des contenus variables.

Les objectifs généraux de l'enseignement des sciences pour les classes 1 à 8, pendant les années soixante, visaient surtout à :

- acquérir des connaissances sur les environnements biologiques, physiques et matériels y compris la compréhension des forces de la nature et des phénomènes naturels simples ;

- développer des attitudes scientifiques telles que l'objectivité, l'esprit de recherche, l'inventivité, l'exactitude et la précision, en évitant des conclusions hâtives basées sur des données insuffisantes, le respect des opinions des autres.

Les ressources développées par le NCERT avec l'aide de l'UNICEF (manuels, guides des professeurs, matériel scientifique), étaient basées sur une pédagogie active de l'enseignement de science à l'école fondamentale.

Le rapport de la Commission sur l'éducation (1964-66), qui est un repère important du fait de sa profondeur et de sa largeur de vue sur l'éducation en Inde, conduit à l'adoption du modèle 10 + 2 + 3 en 1975. Un Comité du curriculum national formule des recommandations et des directives dans un document intitulé *Le curriculum pour l'école de dix ans : un cadre*. Quelques-unes ont une implication directe sur l'enseignement des sciences. Ainsi les sciences et les mathématiques sont-elles obligatoires pour tous jusqu'à la classe 10 ; à l'école primaire, les sciences et les sciences humaines sont regroupées sous l'intitulé « études sur l'environnement » ; on privilégie une approche intégrée par opposition à l'approche disciplinaire alors en vogue.

Les grands principes directeurs de cet enseignement intégré des sciences sont clairs : la science est une ; les différentes disciplines ne sont qu'un découpage destiné à faciliter son étude ; le programme scolaire intégré doit mettre en valeur la nature unifiée de la science, et essayer de relier l'enseignement des principes scientifiques et les expériences tirées de la vie quotidienne des élèves. L'accent doit porter davantage sur les processus scientifiques que sur les résultats. Il s'agit également de développer certaines valeurs, de prodiguer un niveau de base d'alphabétisation scientifique. En outre, le programme doit fournir de larges occasions aux professeurs d'essayer d'appliquer des méthodes variées, afin de s'adapter aux besoins d'étudiants d'origines différentes.

Cette démarche est étendue au secondaire bien qu'une approche disciplinaire ait été recommandée pour ce niveau. En 1977 sont institués deux cours alternatifs équivalents. Le cours B est un cours de science intégré qui est enseigné à travers un manuel unique. Pour le cours A, on recommande une approche disciplinaire dans laquelle la physique, la chimie et la biologie seront enseignées comme des matières séparées. Le système de cours alternatifs a cessé en 1984-1985, essentiellement en raison de la supériorité perçue d'un cours sur l'autre.

L'étape importante suivante est la mise en œuvre de la Politique nationale de l'éducation (NPE, 1986) qui conduit par la suite au *Curriculum national pour l'enseignement élémentaire et secondaire. Un cadre*¹ (NCESE, 1988). Comme

1. *National Curriculum for Elementary and Secondary Education – A Framework.*

auparavant, ce texte recommande d'enseigner les sciences comme une partie des « études sur l'environnement » à l'école primaire, en donnant des directives spécifiques pour les deux composantes de cet enseignement, à savoir les sciences et les sciences sociales. Pour la première fois, l'enseignement des sciences dans le secondaire est conçu comme un sujet unique plutôt que comme trois disciplines séparées. C'est l'une des caractéristiques majeures de l'éducation scientifique à ce niveau.

Le curriculum publié en 2000 relatif à l'enseignement des sciences, s'organise autour des points suivants : les « études sur l'environnement » sont un sujet unique à l'école primaire ; un enseignement porte désormais sur « science et technologie » au lieu de « science » dans le primaire supérieur et au secondaire ; un enseignement des sciences disciplinaire est assuré dans le secondaire supérieur.

Pour récapituler, les curricula scientifiques en Inde se sont renouvelés conformément aux tendances mondiales contemporaines dans l'enseignement des sciences et à l'évolution des besoins sociaux. Cependant, cela ne s'est pas encore traduit par une amélioration de la qualité réelle de l'enseignement dans les écoles. Cela est principalement dû à la dilution de la prescription à chaque étape de sa mise en œuvre, difficulté contre laquelle le pays continue de lutter.

VALIDATION DES CURRICULA SCIENTIFIQUES : L'EXPÉRIENCE ACTUELLE

D'une façon générale, la méthode scientifique implique plusieurs étapes : observer, rechercher des régularités, faire des hypothèses, imaginer des modèles qualitatifs ou mathématiques, déduire leurs conséquences, vérifier ou infirmer des théories à travers des observations et des expériences contrôlées, et donc arriver aux principes, théories et lois qui gouvernent le monde naturel. Les lois de la science ne sont jamais regardées comme des vérités éternelles et fixes. Même les lois plus établies et universelles sont toujours envisagées comme provisoires, sujettes à modification à la lumière de nouvelles observations, expériences ou analyses.

La science est un ensemble dynamique de connaissances, en perpétuelle expansion, couvrant de nouveaux domaines d'expérience. Dans une société tournée vers l'avenir, la science peut jouer un rôle réellement libérateur, en aidant les gens à échapper au cercle vicieux de la pauvreté, de l'ignorance et de la superstition. Les avancées en science et technologie ont transformé les domaines traditionnels du travail tels que l'agriculture et l'industrie et ont mené à l'apparition de champs complètement nouveaux. Aujourd'hui, les gens font face à un monde qui évolue de plus en plus rapidement et où les compétences les plus importantes sont la flexibilité, l'innovation et la créativité. Ces différents impératifs doivent être gardés à l'esprit pour la mise en forme de l'éducation scientifique.

Une bonne éducation scientifique doit être authentique, par rapport à l'enfant lui-même, par rapport à la vie et par rapport à la science. Cette observation simple mène aux critères de validité suivants, qui ont été à la base des révisions récentes du curriculum scolaire :

- *la validité de type cognitif* exige que les contenus, processus, langues et pratiques pédagogiques du programme soient adaptées à l'âge de l'enfant et à sa portée ;

- *la validité des contenus* exige que le programme véhicule une information scientifique correcte et significative ; la simplification du contenu, nécessaire à l'adaptation du curriculum au niveau cognitif de l'élève, ne doit pas conduire à des connaissances trop altérées et/ou sans signification ;

- *la validité du processus* exige que le curriculum conduise l'élève à acquérir les méthodes qui mènent à la production et à la validation de connaissances scientifiques et nourrisse la curiosité naturelle et la créativité de l'enfant ; cette validité du processus est un critère important, car il s'agit d'aider l'élève à « apprendre à apprendre » la science ;

- *la validité historique* exige que le curriculum scientifique ait une perspective historique, permettant ainsi à l'élève d'apprécier la façon dont les concepts scientifiques ont évolué au cours du temps ; elle aide aussi l'élève à regarder la science comme une activité sociale et à comprendre comment les facteurs sociaux influencent le développement de la science ;

- *la validité environnementale* exige que la science soit placée dans le contexte plus large de l'environnement de l'étudiant, local et global, lui permettant d'apprécier les questions à l'interface de la science, de la technologie et de la société, et de le munir des connaissances et des compétences nécessaires pour accéder au monde du travail ;

- *la validité éthique* exige que le curriculum encourage les valeurs d'honnêteté, d'objectivité, de coopération, libre de la peur et des préjugés et développe une réelle préoccupation pour les questions concernant la vie et la préservation de l'environnement.

LE CURRICULUM SCIENTIFIQUE

Les objectifs, les contenus, la pédagogie et l'évaluation aux différents niveaux du curriculum sont établis en cohérence avec les critères ci-dessus.

À l'école primaire (classes 1 à 5), l'enfant est invité à explorer joyeusement le monde autour de lui et à se sentir en harmonie avec lui. Les objectifs sont à ce stade de développer la curiosité de l'enfant (environnement naturel, objets et personnes), les activités d'exploration et d'expérimentation (« *hands-on* ») pour acquérir des compétences cognitives et psychomotrices de base, de mettre l'accent sur les notions de conception et de fabrication, d'estimation et de mesure comme prélude au développement de compétences ultérieures plus

technologiques et plus quantitatives, de développer également des compétences de base en maîtrise de la langue : parler, lire et écrire non seulement en sciences mais aussi à travers la science.

La science et les sciences humaines sont intégrées dans les « études sur l'environnement », la santé y étant une composante importante. Le curriculum est centré sur l'enfant ; il laisse ainsi beaucoup d'espace aux enfants pour explorer et ne les contraint pas à apprendre par cœur. Aucune place n'est accordée aux définitions et à l'information simple. Le vrai défi est de donner aux enfants l'occasion de s'exprimer, d'apprendre en faisant, de poser des questions et d'expérimenter. Le vocabulaire utilisé est celui des enfants. Les manuels ne sont pas la seule source de connaissance ; ils doivent aider les enfants à construire la connaissance à travers toutes les sources disponibles autour d'eux, telles que les personnes, leur expérience, les journaux, etc.

Au primaire supérieur (classes 6 à 8), l'enfant apprend les principes de la science à travers des expériences familières, en travaillant avec ses mains pour concevoir des modules technologiques simples (par exemple, concevoir et réaliser un modèle qui fonctionne de moulin à vent pour soulever des poids) et continue à en apprendre davantage sur l'environnement et sur la santé, y compris en matière de reproduction et d'éducation sexuelle, à travers diverses activités et études. Le contenu scientifique n'est pas considéré à ce stade comme une version diluée de ce qui est enseigné plus tard dans le secondaire. Les activités de groupe, les discussions avec les pairs et les professeurs, les études, organisation des données et leur mise à disposition à travers des expositions dans les écoles et dans le voisinage sont des composantes importantes de pédagogie.

Au secondaire (classes 9 et 10), les élèves apprennent que la science est un domaine composite, utilisent leurs mains et des outils pour concevoir des modules technologiques plus avancés et s'engagent dans des activités et dans des analyses sur les questions d'environnement et de santé. L'expérimentation systématique est conçue comme un outil qui permet de découvrir/vérifier des principes théoriques et de travailler sur des projets scientifiques et technologiques qui ont une signification locale.

Au secondaire supérieur (classes 11 à 13), la science est introduite à travers des disciplines séparées, avec un accent particulier sur l'aspect expérimental, la technologie et la résolution de problèmes. Les étudiants peuvent *a priori* choisir librement les sujets qui les intéressent, mais il n'est pas toujours possible d'offrir tous les sujets dans chaque école. À ce stade, les thèmes essentiels d'une discipline, prenant en considération les avancées récentes dans le domaine, sont identifiés avec soin et sont traités en profondeur avec la rigueur appropriée. On évite de couvrir un grand nombre de sujets de la discipline superficiellement.

REHAUSSER LA QUALITÉ DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

Le fossé qui s'est installé entre les recommandations destinées à améliorer la qualité de l'éducation scientifique et les pratiques effectives a incité plusieurs groupes volontaires à mettre en œuvre des programmes innovants pour l'enseignement des sciences dans les écoles.

Beaucoup de ces groupes comprennent des scientifiques en activité et des universitaires qui travaillent en collaboration avec les professeurs et leurs associations pour développer des curricula basés sur des activités scientifiques. Leurs efforts sont encouragés par des institutions gouvernementales comme le NCERT et la Commission des subventions universitaires (UGC), un organisme régulateur de premier plan pour les études supérieures. L'une des premières leçons de ces efforts a été que la réforme de l'évaluation devait faire partie de toute initiative d'évolution. Pour aller plus loin, une réforme de l'enseignement des sciences exige que l'on s'attaque de façon systémique à l'ensemble des facteurs qui affectent le processus de l'enseignement.

Les programmes innovants mis en place depuis les années quatre-vingts ont visé à traiter trois problèmes principaux : le poids intrinsèque des concepts et des faits enseignés, le déséquilibre entre le développement cognitif de l'enfant et les concepts enseignés, le déséquilibre constaté dans les méthodes pédagogiques utilisées en classe. L'accent est trop souvent mis sur l'apprentissage par cœur et pas assez sur l'observation, la conception, l'analyse, l'argumentation et les compétences scientifiques en général.

La mise en œuvre de ces programmes à large spectre et leur évaluation locale ont permis de tirer quelques leçons.

Ainsi, la dimension et l'intensité du programme produisent leur propre dynamique, qui crée un climat pour le changement. Une seule innovation a déjà des effets collatéraux qui modifient le tableau général. Changer la méthodologie utilisée en classe modifie l'écriture des manuels, la formation des professeurs et ainsi de suite. Donc l'innovation doit être regardée comme un processus holistique et mise en œuvre comme telle.

Il est nécessaire d'identifier explicitement une " cause " à laquelle les parties prenantes puissent s'identifier, émotionnellement et intellectuellement. Cela inclut par exemple les " caravanes de la science " et les " festivals de la science " (qui montrent aux gens que l'on apprend la science à travers les expériences), les programmes culturels, les réunions avec les parents et les professeurs.

La motivation des professeurs est un aspect crucial. Motiver signifie conduire les professeurs vers les nouvelles méthodes, augmenter leur confiance en eux en leur permettant de participer à toutes les étapes de l'innovation et en confortant la perception qu'ils ont de leur valeur et leur statut. Cela est fait à travers les réunions des professeurs, les formations et les visites d'école.

Plus largement, deux types de modèles sont possibles pour la formation permanente du professeur. La première est la formation en cascade de maîtres qui, à leur tour, forment des professeurs. L'autre modèle suppose la mise en œuvre de formations centralisées à grande échelle. Une des clés est de modifier l'une des conceptions usuelles des professeurs, en leur montrant qu'ils ne doivent pas tout savoir et qu'ils sont plus efficaces en facilitant l'apprentissage entre les enfants qu'en essayant d'être la source de toute la connaissance.

Une tâche également importante est d'obtenir que les professeurs pensent indépendamment, augmentent leurs connaissances et adoptent une approche rigoureuse dans leur enseignement. Réaliser cela, en particulier à travers un modèle de formation en cascade, est difficile. La dynamique du groupe en formation est telle qu'elle crée un climat favorable au changement, stimule l'interaction entre pairs et accélère l'apprentissage.

Ces programmes ont maintenant évolué en une organisation d'organisations, afin d'établir des interconnexions sur le terrain. Le modèle qui prévaut actuellement inclut un centre de ressources constitué au niveau d'un groupe d'écoles. Un autre modèle consiste en un *Sangram Kendra* comprenant un lycée, les collèges secondaires qui l'alimentent et leurs écoles primaires associées. Ils ont permis une décentralisation et fourni un cadre pour organiser des réunions régulières, pour la formation permanente des professeurs, le suivi des écoles, l'organisation des examens, etc. De façon générale, tous les programmes ont réussi à rendre les classes plus participatives. Enseigner n'était plus une activité à sens unique. Les professeurs étaient moins autoritaires, ont donné une plus grande liberté aux enfants et ont facilité plutôt que dicté l'apprentissage. Les enfants ont posé davantage de questions et ont participé aux activités du groupe.

En résumé, ces interventions ont montré que transformer le système éducatif existant est possible, si la mise en œuvre de ces modèles innovants est organisée correctement. Cela implique fondamentalement de passer d'un modèle exclusif où l'on se contente de livrer la réforme à appliquer, à un modèle où la communauté peut demander et prendre en charge le changement. La décentralisation contribue de plus à la pertinence locale des curricula. Cependant, les approches centralisées ont encore leur rôle à jouer, en suggérant des directions pour le changement. Ces suggestions peuvent maintenant être basées sur les données issues de la recherche et des programmes du développement.

UNE ATTENTION RENOUVELÉE À LA PÉDAGOGIE

Le NCF 2005 a préconisé le constructivisme comme paradigme pour l'apprentissage, avec quelques traits majeurs : placer l'enfant au centre du processus pédagogique ; abandonner des normes d'apprentissage rigides et « réductionnistes », développer les activités expérimentales en sciences pour faciliter la construction de connaissance par les enfants, respecter les concep-

tions des enfants même si elles diffèrent des concepts standards (respecter ne signifie pas accepter), considérer le professeur non pas comme un transmetteur mais comme un « facilitateur », avoir l'ambition de construire les concepts scientifiques (au moins en partie) à travers des connaissances « locales » et contextualisées.

Il y a eu beaucoup de débats sur la notion de connaissance globale (ou standard) vs locale, en ce qui concerne la science. Si connaissance locale signifie des connaissances dans le contexte de l'environnement de l'élève (comme les connaissances sur les plantes dans les communautés tribales) ou encore des pratiques et compétences technologiques locales, il n'y a pas vraiment de problème. Cependant, s'il s'agit d'inclure les croyances locales et les mythes, ce peut être en effet problématique pour l'éducation scientifique. Les professeurs devront être sensibilisés à cette différence essentielle.

Le constructivisme peut signifier des choses différentes pour des personnes différentes. NCF 2005 l'a probablement vu comme un paradigme pédagogique et c'est ainsi qu'il devrait être compris. En particulier, il ne devrait pas être confondu avec le relativisme, qui considère que la connaissance est fondamentalement une construction socioculturelle et qu'il n'y a aucun critère absolu pour juger ce qui est « mieux » ou « plus vrai ». Là encore, les professeurs devront être avertis de ces questions.

Dans l'approche pédagogique basée sur le constructivisme, certaines questions spécifiques apparaissent concernant l'enseignement scientifique :

- Les conceptions spontanées des enfants construites à partir d'expériences quotidiennes sont souvent en contradiction avec les conceptions scientifiques ; les enfants doivent être aidés dans la transformation conceptuelle nécessaire en science. Enseigner la science signifie beaucoup plus qu'une simple facilitation.

- Bien que les activités/expériences soient la base de l'apprentissage de la science à l'école, elles ne peuvent couvrir la gamme complète des concepts scientifiques (au-delà du collège) ; l'instruction explicite et parfois même la transmission ordinaire d'informations sont nécessaires dans l'apprentissage de la science. Cependant, la transmission devrait être réalisée de façon à ne pas encourager l'apprentissage par cœur.

- Les phénomènes de la vie quotidienne font intervenir habituellement de la science plutôt complexe ; la sélection devient alors nécessaire : que doit-on expliquer et que doit-on laisser inexpliqué ? Néanmoins, relier la science au quotidien autant que possible est important, surtout pour encourager la motivation et pour construire des attitudes investigatrices correctes en sciences.

- L'abstraction est centrale en sciences. Les modèles idéaux ignorent beaucoup d'aspects de la réalité ; ils sont cependant nécessaires, surtout quand les phénomènes seront modélisés mathématiquement. Cela est vrai également pour les expériences de la pensée.

– L'expérience contrôlée est un excellent outil pour dégager les principes de la science. En pratique, contrôler certains paramètres (ou éliminer les effets de certains autres) n'est pas toujours facile à réaliser dans un laboratoire scolaire : les enfants « voient » ou « interprètent » ce qu'ils sont supposés « voir » ou « interpréter ».

– De façon intéressante (voir *supra*), beaucoup de conceptions alternatives et spontanées des enfants ont des parallèles frappants dans l'histoire des sciences. Une pédagogie basée sur l'histoire des sciences n'a cependant pas été discutée sérieusement et introduite dans notre curriculum national ; elle s'observe davantage dans l'enseignement secondaire.

– L'Histoire des sciences n'est pas seulement un moyen pour apprendre la science mais également pour prendre du recul par rapport à la soi-disant « méthode scientifique ».

Finalement, dans l'apprentissage de la science, l'essentiel est bien le développement de la réflexion critique sur ce qui est appris. La bonne pédagogie de la science est celle qui encourage ceci, à travers une variété de moyens : activités, expériences, résolution de problèmes, modélisation, compréhension de l'évolution historique des concepts scientifiques, etc. Le rôle du professeur est crucial dans le compromis à trouver entre les exigences quelquefois incompatibles des diverses stratégies pédagogiques en matière d'éducation scientifique.

LE DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL DES ENSEIGNANTS

Les urgences actuelles sont une révision complète de la formation des professeurs dans le pays, y compris la modernisation des contenus (*syllabi*), le développement de laboratoires scientifiques appropriés et un recrutement vigoureux de formateurs de qualité. Les formateurs des professeurs de sciences devraient avoir une expérience minimale d'enseignement des sciences au niveau concerné. Pour l'instant, il n'y a aucun mécanisme réel facilitant le développement professionnel de formateurs.

Le curriculum actuel de formation des professeurs de sciences, d'une durée d'un an, est un héritage colonial et est essentiellement tourné vers les aspects théoriques. Les débats sont nombreux dans le pays pour augmenter la durée de ce programme de formation. On se rend compte que les exigences du curriculum ne peuvent pas être réalisées pendant cette durée. Quelques modèles d'éducation du professeur de plus longue durée ont été expérimentés dans les quatre instituts régionaux d'éducation du NCERT depuis 1963. Ils ont supporté l'épreuve de temps, en produisant de meilleurs professeurs de sciences, formés dans un programme composite qui comprend une licence (*bachelor*) de science/arts et une licence d'éducation. Une attention renouvelée est portée à l'amélioration de la qualité des programmes de formation des enseignants, afin

de permettre l'atteinte des objectifs esquissés dans les documents stratégiques. De l'aveu général, cela a été le point le plus faible et exige encore des délibérations sérieuses.

RECHERCHE DANS LE DOMAINE DE L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

Il y a approximativement quarante ans, l'éducation scientifique a commencé à être reconnue dans le monde entier comme un champ de recherche indépendant. Les questions soulevées dans ce domaine sont distinctes de celles de la science proprement dite et de celles de l'éducation générale. Ses méthodes et techniques ont été initialement empruntées aux sciences mais de nouvelles méthodes ont été développées, plus appropriées aux problèmes spécifiques soulevés.

Cette recherche est motivée par le besoin d'améliorer les pratiques dans l'enseignement des sciences. Nous avons commencé en nous demandant quelles étaient les méthodes d'enseignement les plus efficaces. Ainsi, les études menées dans les années soixante-dix ont comparé des classes expérimentales avec des classes témoins. De nouveaux matériels pédagogiques ont été testés, on a comparé l'efficacité des cours magistraux avec celle d'une pédagogie active et ainsi de suite. Ces études ont donné des résultats utiles dans ces contextes particuliers, mais il fut difficile de les reproduire. Les conditions dans les classes sont variées; les caractéristiques du professeur et de l'élève varient aussi largement. Enseigner et apprendre sont des processus complexes, profondément dépendants du contexte et on doit d'abord décrire cette complexité pour la comprendre, avant éventuellement d'essayer de la contrôler. La littérature dans ce domaine, et dans le contexte indien, est insuffisante pour l'instant. Le côté le plus positif de tout cela est que de nombreuses d'études sont désormais menées pour résoudre des problèmes pratiques concernant la mise en œuvre d'un enseignement des sciences signifiant au niveau scolaire.

Le problème principal rencontré dans la mise en place d'un enseignement scientifique moderne et innovant a été le grand intervalle qui sépare les objectifs développés dans les curricula et leur mise en œuvre concrète à travers les contenus, les manuels, les pratiques pédagogiques en classe et les examens. Outre toutes celles déjà évoquées, bien d'autres questions se posent encore à nous, comme la place des TIC, l'équité, la fracture entre le monde citadin et le monde rural, le genre, etc. Il est essentiel de prendre en compte toutes ces problématiques et de formuler des stratégies générales, afin que les réformes curriculaires ne restent pas « sur le papier » mais bénéficient réellement au système éducatif.