

Bilan et perspectives

Dans le cadre de *La semaine des sciences* avait lieu le 6 novembre un colloque sur le thème *L'enseignement des sciences: Bilan et perspectives*.

Organisé par le CIRADE* (Centre interdisciplinaire de recherche sur l'apprentissage et le développement en éducation), cette rencontre avait pour but d'apporter des éléments de réponse à ces questions: Quelles étaient les idées de base des programmes en vigueur durant les années 60 à 70? Pourquoi tant d'innovations pédagogiques alors en vigueur dans différents pays ont-elles disparu? Que peut-on dire du programme actuel?

Enseigne-t-on vraiment les sciences? Quelles représentations les élèves du secondaire se font-ils de la science? Dans la foulée de cette rencontre du 6 novembre, *Prospectives* publie l'une des communications présentées à cette occasion.

par Jacques Desautels,
du Département de la didactique des sciences
de l'Université Laval
et Marie Larochelle,
chercheure-boursière du Conseil de recherches en sciences humaines
de l'Université Laval

Les textes qui suivent ont été produits en cours de recherche et répondent à des besoins de communication circonstanciés, d'où leur incomplétude. On y trouvera, explicitées succinctement, nos positions portant sur la nature du savoir scientifique et sur la socialité de la science, c'est-à-dire les éléments de la grille conceptuelle à l'aide de laquelle nous avons interprété les discours des programmes et ceux des élèves au sujet de la science.

L'assurance épistémologique tranquille des physiciens de la fin du 19^e siècle, toute réaliste et empiriste qu'elle était, a littéralement fondu dès les premiers essais d'interprétation de la physique quantique et relativiste: le phénomène étudié ne pouvait plus être tenu pour l'équivalent du phénomène présumé réel. Il devrait plutôt être conçu comme la description de ce qui doit être observé *et* de l'appareil (au sens large, i.e. tant conceptuel que matériel) utilisé pour réaliser l'observation.

De la nature du savoir scientifique

C'est toute une révolution épistémologique qui s'ensuivit, puisque le savoir scientifique ne pouvait plus être pensé dans les termes d'un savoir-lecture, d'un savoir-reflet du réel. Au contraire, il s'agissait d'un savoir construit dont l'un des traits essentiels, comme le formule J. Ladrière, consiste à substituer au champ perceptif un domaine d'objets que ce savoir construit par ses propres

moyens. Autrement dit, l'objet d'étude n'est point la chose et les concepts scientifiques ne résultent pas d'une simple activité linguistique de désignation des «faits» ou des «évidences» tout organisés dans le monde extérieur: ils sont des instruments pour parler des interactions avec un objet construit et procèdent fondamentalement de cette mise en relation.

La diffusion des idées qui ont émergé de ces questionnements a irrigué fort inégalement les mi-

lieux scientifiques, philosophiques et pédagogiques. Et, dans nombre de cas, il semble que ces idées n'ont guère pénétré la culture populaire que sous la forme de clichés (souvent fatalistes!) du type «tout est relatif». Sur le plan qui nous intéresse, soit celui de l'éducation à la science en contexte scolaire, une recherche antérieure nous a permis de mettre en relief l'anachronisme des idées que véhiculent les programmes d'enseignement de science à propos de la nature du savoir scientifique et, du coup, leur imperméabilité aux idées contemporaines sur le sujet.

Une recherche récente, effectuée cette fois auprès d'adolescents de la fin du secondaire (voir annexe 1), tend à montrer également la présence chez ceux-ci d'un rapport imaginaire avec la science-qui-se-fait. Et, bien que leurs représentations de celle-ci ne puissent être réduites à celles véhiculées par les programmes, elles n'en comportent pas moins des similitudes. Parmi celles-ci, la plus marquée est sans doute celle qui a trait à leur façon de concevoir le jeu de la connaissance scientifique à partir de règles conçues pour d'autres jeux de connaissance. Illustrons cela plus simplement: si, pour sortir d'une pièce, la physicienne devait s'interroger sur la valeur de ses perceptions (s'agit-il d'une porte, etc.), sur ce qu'est en soi l'espace, s'il est continu ou discontinu, bref si elle s'interrogeait à partir du savoir scientifique sur le sujet, il y a fort à parier qu'elle renoncerait à son projet: il s'agit là de règles et de théories non pertinentes à l'objectif visé! Par contre, si, dans l'exercice de sa profession, elle applique aux électrons le statut d'existence concrète qu'elle attribue aux objets courants, elle risque à nouveau de buter sur des difficultés intellectuelles insurmontables, puisque, comme nous l'avons vu, les concepts scientifiques sont des définitions opératoires.

En somme, il s'agit de jeux différents dont la réalisation requiert le respect des règles! Or, ce

qui étonne et, il faut bien le dire, trouble dans le discours des adolescents, est que tout semble se passer pour eux comme si les objets de la science étaient les objets du réel usuel, et donc comme si la science n'était pas détachée de la sensation et trouvait ses objets tout faits dans une nature, qu'ils conçoivent également *habitée* par un ordre immanent. À première vue, le problème semble fort simple à résoudre. En toute logique, les élèves devraient modifier leurs représentations si on les met en situation propice à l'émergence de leurs propres contradictions. Mais il appert à l'usage que ce type de situation conflictuelle a une portée limitée, notamment parce qu'elle n'induit pas nécessairement chez la personne la prise de conscience des prémisses qui supportent ses représentations. Si l'on vise une évolution conceptuelle, une autre stratégie, apte à favoriser la remise en question des prémisses épistémologiques, serait requise. C'est à grands traits que nous présentons l'esprit de celle-ci plus loin.

*De la socialité de sa production**

Par ailleurs, parallèlement à cette révolution susmentionnée et souvent de manière imbriquée, il se développait, au début du siècle, le grand mouvement dit de «critique des sciences», mené, entre autres, par des auteurs de formation scientifique. Dirigé contre le dogmatisme scientifique qui posait le savoir scientifique comme le seul savoir valable et les autres savoirs comme des jeux verbaux sans portée cognitive, ce mouvement contribua à circonscrire la légitimité du savoir scientifique, ses limites, sa portée et, plus encore, son inévitable socialité.

En effet, les nombreux questionnements que suscita ce mouvement donnèrent lieu à un nombre toujours croissant de travaux en épistémologie, en histoire et en sociologie des sciences. Ces travaux permirent de mettre au jour la complexité de la nature du sa-

voir produit par les sciences, qui tient à la fois de l'ordre cognitif, l'ordre social et l'ordre historique et ce, pour deux raisons: d'une part, parce que les conditions d'origine et de développement des sciences sont sociales; d'autre part, parce qu'elles constituent une réalité sociale à l'intérieur de la société.

Ainsi, on mit en évidence le fait que si les sciences apportent une sanction logico-empirique au savoir qu'elles produisent, par le biais de l'expérimentation et de l'argumentation rationnelles, elles ont aussi des sphères d'affrontement et d'argumentation dont l'étude tend à montrer que les rapports qui s'y déroulent ne sont ni simples, ni homogènes, ni isolés des tensions qui marquent le champ social plus vaste. D'aucuns y voient même plus d'un lien de parenté avec les luttes traditionnelles pour le pouvoir, la reconnaissance et le prestige sociaux.

En somme, il semblerait que pour qu'il y ait science, il doit y avoir, au sein d'elles, quelque chose qui n'est pas scientifique, que l'on peut, pour les besoins de l'exposé, caractériser comme suit: une sorte de jeu dialectique constant entre consensus et conflits au sein même de la communauté de personnes-productrices de science, alimenté, en outre, par les «visions du monde» et les projets sociaux plus larges qui marquent le contexte de production de la science. Cette perspective, qui met en cause l'image courante de la science, à savoir une science qui reposerait exclusivement sur des certitudes empiriques, n'est pas sans soulever quelques heurts et grincements conceptuels: d'une science unijambiste, il nous faut maintenant passer à l'image d'une science qui a au moins, comme le formulent d'aucuns, quatre pattes soit le rationnel et l'empirique, certes, mais aussi le consensus et le conflit.

* Le texte qui suit est extrait d'un document réalisé en collaboration avec Bernard Lauzon, juin 1986.

Connaissance, représentation et apprentissage

Qu'est-ce qu'une connaissance dite scientifique?

Les modèles spontanés d'adolescents

Résumé

Qu'est-ce qu'une connaissance scientifique? En quoi diffère-t-elle d'une connaissance religieuse? Quels sont les critères qui régissent sa production? Qu'est-ce que l'observation? L'expérimentation? Autant de questions-clés auxquelles ont répondu des adolescents, dans le cadre de notre programme de recherche portant sur l'élucidation de la représentation scolaire de la science. Nous présentons ici une synthèse des discours recueillis, après avoir rappelé les conceptions typiques des enseignants sur le sujet et celles véhiculées par les programmes d'enseignement des sciences du Québec.

Préambule

Nous avons explicité ailleurs¹ les raisons pour lesquelles nous estimons utile de cerner les représentations des adolescents à l'égard de la nature du savoir scientifique. Celles-ci, rappelons-le, n'ont pas d'importance en elles-mêmes, et si elles nous intéressent c'est plutôt parce qu'elles jouent un rôle essentiel dans le développement intellectuel des personnes et *de facto* dans celui des collectivités. En effet, certaines représentations sont peu émancipatoires sur le plan cognitif, puisqu'elles nient, par exemple, le rôle du sujet connaissant dans le procès de la connaissance, le réduisant à n'être en fin de compte qu'un spectateur attentif dans le procès

de la divulgation d'une réalité pré-existante, ou porteur des vertus de la méthode scientifique. Elles sont également peu émancipatoires au niveau collectif, puisqu'elles suggèrent que seules certaines catégories de personnes, les experts scientifiques, produisent des discours qui ont une valeur cognitive, voire morale. Il était donc légitime, selon nous, de nous interroger sur la nature des représentations de la science que les élèves construisent par le biais, notamment, de l'éducation à la science dispensée à l'école.

Vouloir ainsi cerner ce type de représentations est ni plus ni moins tenter de mettre au jour ce que l'on pourrait appeler l'épistémologie spontanée des adoles-

cents. Mais qu'entendons-nous par épistémologie? Dans les pages qui suivent, nous nous en expliquons.

Autour de l'idée d'épistémologie

Rappelons tout d'abord que l'épistémologie, conçue comme l'étude de la constitution des connaissances et, plus particulièrement, des connaissances scientifiques, constitue l'un des domaines de réflexion et de recherche de toute science.

En effet, en raison même de son travail effectif qui suscite des problèmes, voire des crises, toute

science procède à l'examen critique de ses instruments tant conceptuels que matériels². Cet examen aboutit à soulever des questions épistémologiques plus générales portant, entre autres, sur le problème des apports du sujet et de l'objet dans la production d'une connaissance³. Pensons, à titre d'exemple, aux discussions qui ont marqué le champ de la physique au début du siècle et qui étaient générées par la prise de conscience du fait que les opérations de mesure perturbaient le phénomène étudié! Il s'ensuivit une importante révision épistémologique locale qui, peu à peu, irrigua (bien qu'inégalement) d'autres champs de connaissance, préoccupés par des interrogations similaires. On en vint ainsi à redéfinir plusieurs concepts, puisque, comme le montraient si bien les discussions précitées, on ne pouvait plus penser la connaissance en postulant la séparation du sujet et de l'objet: elle portait inévitablement sur leurs interactions et ne pouvait être attribuée ni à l'objet seul, ni au sujet seul. Observation, objectivité, expérimentation, autant de concepts dont la carrière sémantique subit un changement radical, devant intégrer les «traces» de ce nouveau sujet connaissant, c'est-à-dire un sujet maintenant conçu comme un producteur de phénomènes et non pas simplement comme un reproducteur. Notons que le concept de sujet lui-même fut redéfini. En effet, il ne s'agit pas tant du sujet individuel qui observe, par exemple, que du sujet épistémique qui habite le système d'observation via les «théories matérialisées» qui constituent l'appareillage de mesure: en somme, il s'agit d'un sujet collectif au sens où il travaille à partir de concepts et d'instruments qu'il partage avec d'autres chercheurs⁴.

Enfin, cette révision donna lieu à une utilisation prudente des concepts qui peuvent signifier une correspondance absolue entre l'objet étudié et l'objet présumé réel. On peut penser certes aux

concepts précités, mais aussi aux concepts de «nature» et de «réalité» dont la connotation ontologique oblige à plusieurs précautions d'usage. Illustrons cela par une interrogation: la nature est-elle habitée par cet ordre idéal qu'on lui reconnaît si souvent ou s'agit-il là d'une représentation qui, comme toute représentation, prend sa source dans un ensemble de valeurs privilégiées par une culture⁵?

Bref, si l'on revient à nos propos initiaux concernant la place de l'épistémologie dans les sciences, on observe que l'épistémologie, partie intégrante du mouvement des sciences, en constitue non seulement l'un des instruments de transformation, mais aussi de définition en précisant la nature et la portée du savoir qui y est produit. Ces quelques mises au point effectuées, comment peut-on caractériser les productions contemporaines de l'épistémologie?

Notons, en premier lieu, que parler d'épistémologie au singulier, comme nous le faisons, est un raccourci rhétorique qui ne rend pas justice à la diversité des conceptions et des pratiques épistémologiques. En effet, celles-ci ne forment pas un ensemble homogène, ne serait-ce que par la diversité de leurs méthodes et de leurs objectifs d'élucidation⁶. Cependant, pour le présent propos, nous optons pour le raccourci et nous nous contenterons en outre de caractériser l'épistémologie contemporaine en la distinguant, encore là grossièrement, de l'épistémologie classique.

Autrefois associée à la philosophie des sciences en tant que théorie de la connaissance, l'épistémologie contemporaine constitue un champ éclaté, de plus en plus occupé par des scientifiques de toutes disciplines (philosophie, histoire, sociologie, anthropologie, biologie, physique, etc.) et, entre autres, par ceux et celles qui oeuvrent dans la discipline dont on veut précisément faire l'épisté-

mologie. Cet aspect multidisciplinaire de l'épistémologie contemporaine n'est pas le seul qui la distingue de l'épistémologie classique. En effet, contrairement à cette dernière, elle se centre davantage sur le procès de production de la connaissance scientifique plutôt que sur ses seuls produits, sur son effectuation plutôt que sur ses seuls effets. Si l'épistémologie classique se confinait à l'étude des résultats de la science, en particulier sous l'angle de la logique de la justification dans les courants positivistes et néo-positivistes, l'épistémologie contemporaine les pose, quant à elle, comme réponse à des interrogations dont il convient d'élucider le contexte d'élaboration, de résolution et d'institutionnalisation. Par exemple, étudier l'élaboration d'un problème à caractère scientifique revient à envisager ce qui permet de le définir comme tel, c'est-à-dire prendre en considération le langage, la théorie, le sujet connaissant (épistémique) et les images reconnues de la connaissance qui participent à sa structuration.

Si cette restructuration du champ de l'épistémologie, en particulier sous l'influence de l'histoire et de la sociologie des sciences⁷, n'a pas débouché sur des consensus absolus, elle a cependant contribué à la mise au ban des thèses réalistes (réalisme naïf et positivistes, à tout le moins dans leurs formes radicales. Comme nous l'avons déjà indiqué, il est devenu caduc de soutenir, par exemple, que la connaissance scientifique est une description de la réalité en soi ou encore que l'objectivité scientifique implique l'évacuation du sujet et ne fait pas référence à la communauté des observateurs humains.

En somme, la leçon essentielle que l'on peut tirer des productions épistémologiques contemporaines est que l'intelligibilité de la production du savoir scientifique ne peut se satisfaire de conceptions aprioristes - idéalistes - ou



PHOTO: VIE PÉDAGOGIQUE

«En somme, il semblerait que la tendance dominante des programmes étudiés peut être associée à une représentation scientifique de la science qui présente des recoupements certains avec les premiers modèles de science élaborés par l'École du positivisme logique de Vienne...»

empiristes, au sens trivial souvent attribué à ces dernières⁸. Cette intelligibilité requiert plutôt une position constructiviste qui, d'une part, considère «... la connaissance comme liée à une action qui modifie l'objet et qui ne l'atteint donc qu'à travers les transformations introduites par cette action»⁹. D'autre part, elle doit reconnaître la diversité des formes de production de connaissances scientifiques et leur caractère fondamentalement social, notamment parce que le langage, grâce auquel cette connaissance est produite et exprimée, est irréductiblement social.

C'est sur cette orientation constructiviste que s'appuient les recherches effectuées par notre

groupe, dont celle qui fait l'objet de la conférence, à savoir les représentations qu'entretiennent des adolescents à l'égard de la nature du savoir scientifique et de son procès. Mais, auparavant, rappelons quelques éléments du contenu des représentations officielles sur le sujet dans l'enseignement des sciences, eu égard à leur impact éventuel sur les représentations que se construisent les adolescents.

La représentation de la science véhiculée par les programmes d'enseignement des sciences¹⁰

Afin d'élucider la représentation de la science dans lesdits

programmes ainsi que dans leurs guides pédagogiques, nous avons fait appel à une stratégie d'analyse en trois volets, qui s'inscrit dans la foulée du constructivisme contemporain. Un premier volet fut inspiré par les travaux récents en sociologie des sciences et, plus particulièrement, ceux qui reconnaissent la socialité inévitable de la pratique scientifique dans sa production comme dans ses produits. Un second volet fut conçu à partir de l'historiographie contemporaine en histoire des sciences et visait à élucider le traitement accordé par les discours à l'évolution et aux contingences socio-historiques de la connaissance scientifique. Enfin, dans un troisième volet, inspiré par la réflexion con-

temporaire en épistémologie, nous nous sommes intéressés à cerner la conception véhiculée par les discours à l'égard: a) des apports du sujet et de l'objet dans la construction d'une connaissance; b) des règles de production d'une connaissance et des critères de reconnaissance de sa scientificité; c) des instruments critiques que se donne une science pour évaluer le savoir qu'elle produit.

Remarquons, en premier lieu, que les discours étudiés se présentent comme un ensemble cohérent, dans la mesure où ils sont traversés par une représentation plutôt homogène de la science, et par une préoccupation constante d'associer les sciences et les rapports sociaux, les premières permettant la gestion, la régulation des seconds. Nous avons, en outre, observé que cette représentation présuppose, de manière générale, les croyances suivantes:

- la croyance en une science descriptive qui ne construit pas ses objets mais les trouve tout faits;
- la croyance en une science privée d'un appareil critique conçu pour l'évaluation du savoir qu'elle produit;
- la croyance en une démarche expérimentale limitée aux seules opérations d'observation passive et de quête empirique des connexions entre phénomènes;
- la croyance en une objectivité qui correspond à la réalité et non pas aux paradigmes dominants, et qui serait atteinte par une sorte de jeu de dépersonnalisation;
- la croyance en une science à portée universelle, indépendante des contextes socio-historiques qui participent à sa définition;
- la croyance en une idée que le discours scientifique est le modèle, le discours à imiter pour résoudre les problèmes de tout ordre;
- la croyance en une science a-idéologique dans son effectuation,

indépendante des conditions politiques et économiques nécessaires au fonctionnement de son appareil de production;

- la croyance en une science sans conscience historique et sociale des conditions de constitution des connaissances;
- la croyance en une progression glorieuse et cumulative de la science vers la réalité, sans considération pour les règles relatives à la circonscription de la légitimité scientifique.

En somme, il semblerait que la tendance dominante des programmes étudiés peut être associée à une représentation scientifique de la science qui présente des recoupements certains avec les premiers modèles de science élaborés par l'École du positivisme logique de Vienne, au début de ce siècle.

La représentation des enseignants à l'égard de la nature du savoir scientifique

On ne peut imputer aux enseignants la totalité de la responsabilité quant à l'orientation de l'éducation à la science, phénomène qui, en dernière analyse, est le produit de procès sociaux débordant largement du cadre scolaire. Toutefois, ils sont bien placés pour influencer l'évolution de la situation, d'abord à cause de leur action immédiate et quotidienne, mais aussi en vertu des divers rôles qu'ils sont appelés à jouer dans le système scolaire: conception de méthodes d'enseignement, conception de manuels scolaires, etc. Voilà pourquoi, eu égard à notre objectif de compréhension des postulats épistémologiques des adolescents à l'égard de la science, il nous importait d'élucider ceux sur lesquels repose éventuellement la représentation des enseignants à l'égard de la nature du savoir scientifique. À cette fin, nous avons interrogé une centaine

d'enseignants travaillant aux niveaux secondaire et collégial. De manière encore là globale, les conclusions qui se dégagent de cette étude nous amènent à penser que la majorité des enseignants interrogés (80%) adhèrent à une vision réaliste-empiriste de la connaissance scientifique. En général, ces enseignants pensent ce qui suit:

- Il existe à l'extérieur du sujet connaissant une nature ou une réalité, gouvernée par un ensemble de lois immuables.
- La connaissance scientifique résulterait du dévoilement du réel et permettrait de décoder l'ordre inhérent à la nature, donc de divulguer la réalité, par approximations successives, car, au fil des théories, l'objet d'étude serait toujours le même, seules les interprétations changeraient.
- Les lois scientifiques seraient un reflet des lois de la nature, et les premières seraient établies par un processus inductif dont l'origine est l'observation, entendue comme une cueillette d'informations d'origine sensorielle.
- L'établissement des lois scientifiques suivrait un processus inductif qui va de l'observation à la formulation d'une loi, en passant par la formulation d'hypothèses et l'expérimentation, cette dernière étant assimilée aux idées de constat et de preuve et consistant à reproduire, en laboratoire, un phénomène naturel et à en effectuer des mesures.
- L'objectivité est conçue comme une attitude individuelle qui consiste en l'évacuation de ses sentiments et ses préjugés, afin de ne pas déformer le réel.
- Le procès de production de la connaissance scientifique est vierge de toute contingence socio-historique: seuls ses produits peuvent en être marqués, comme l'illustrent les mauvais usages de la science (entendre militaire) ou les recherches qui aboutissent à

«En somme,
la représentation
des enseignants
s'apparente
étroitement
à celle déjà observée
pour
les programmes
d'enseignement
(...) seulement 10 à 15%
des enseignants interrogés
présentent des options
qui se rapprochent
des options
dialectiques
contemporaines...»

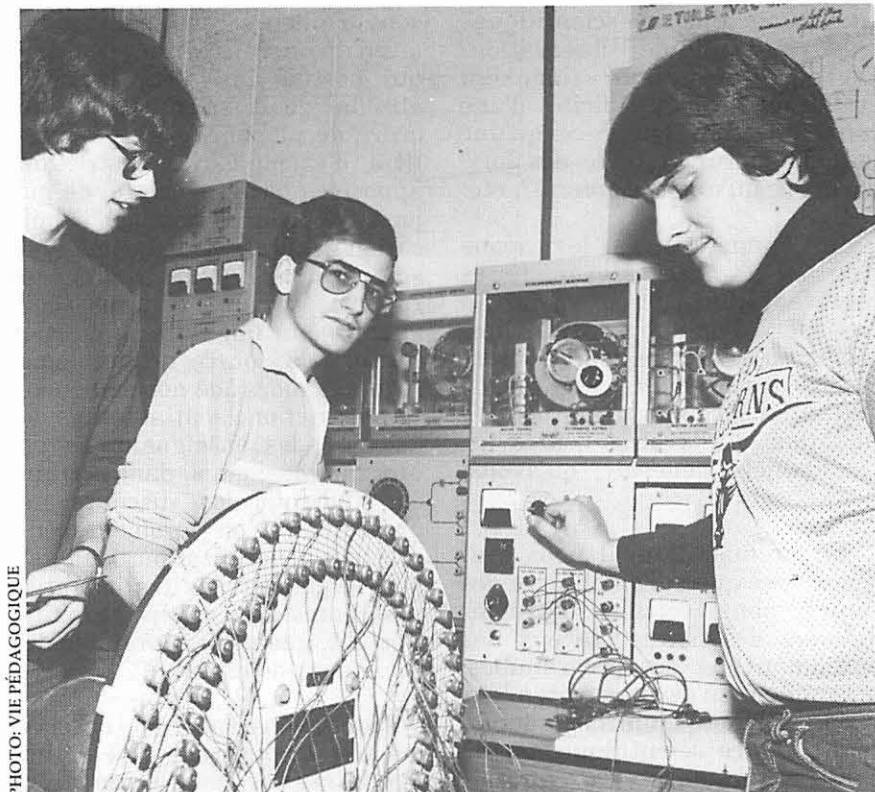


PHOTO: VIE PÉDAGOGIQUE

des résultats contradictoires (car la recherche «pure» n'aboutirait qu'à une seule réponse).

En somme, la représentation des enseignants s'apparente étroitement à celle déjà observée pour les programmes d'enseignement, ce qui n'est guère étonnant si l'on pense au fait qu'ils en sont les principaux artisans. Cependant, que seulement 10 à 15% des enseignants interrogés présentent des options qui se rapprochent des options dialectiques contemporaines n'est pas sans soulever des questions. En effet, tout comme les programmes d'enseignement, mais à un autre niveau, les enseignants participent à la définition du contexte de production de la représentation qu'auront les élèves à l'égard de la science. Que pensent donc ceux-ci?

La représentation des adolescents à l'égard de la nature du savoir scientifique et de son procès¹¹

Notre recherche s'est effectuée auprès de vingt-cinq adolescent-e-

s, âgés entre quinze et dix-huit ans, terminant leurs études secondaires et ayant suivi en moyenne six cours de science. Comme notre objet d'étude concernait la nature des représentations qu'entretiennent des adolescents à l'égard de la nature du savoir scientifique et de son procès, l'entrevue de type semi-dirigé nous a paru constituer un instrument de choix. En effet, l'intérêt d'avoir recours à ce type d'instrument réside en ce qu'il peut favoriser l'accès non seulement au «discours organisé», mais aussi au «discours s'organisant», c'est-à-dire aux préoccupations ou interprétations qui s'élaborent en cours d'entrevue.

La construction du protocole d'entrevue a donné lieu à plusieurs démarches, depuis la revue critique de la littérature spécialisée sur le sujet jusqu'à l'examen des travaux portant sur la problématique des représentations sociales¹², en passant par la supervision et l'animation d'activités auprès d'étudiants du secondaire afin de nous familiariser avec leur «culture scientifi-

que». Ces différentes démarches nous ont permis de discerner les aires les plus critiques du problème qui nous intéresse, notamment sur le plan de la compétence discursive des étudiants et sur celui de leur attachement marqué à une forme de réalisme ontologique, et, aussi, d'en découvrir certaines insoupçonnées eu égard aux discours recueillis ou entendus. Ceci nous a amenés à opter pour un protocole qui devait satisfaire aux conditions suivantes: d'une part, il devait permettre aux étudiants d'énoncer leur position générale quant à la nature du savoir scientifique, tout en nous permettant l'identification des postulats sur lesquels elle se fonde; d'autre part, il devait nous permettre d'examiner comment les étudiants conçoivent l'élaboration de ce savoir, afin que nous puissions apprécier la cohérence de leur position épistémologique.

Nous les avons ainsi interrogés sur ce qu'est une connaissance scientifique, sur ce qui la distingue d'une connaissance religieuse ou poétique, par exemple. Comment la produit-on? Comment se cons-

titue une théorie scientifique? Quel est le rôle de l'observation? De l'expérimentation? Comment établit-on la scientificité d'une connaissance? Qu'est-ce qu'une loi? La nature a-t-elle des lois? Qu'est-ce qu'une découverte?, etc.

En somme, nous les avons invités à nous livrer leurs représentations de la science, à «re-jouer» d'une chose déjà construite au cours de leur apprentissage des sciences, ou en voie de l'être dans le contexte de sollicitation que favorise l'entrevue. De manière générale, qu'avons-nous observé?

En premier lieu, il nous faut remarquer que si l'on observe des recoupements certains entre les discours des élèves et ceux des enseignants et des programmes, notamment en ce qui a trait à leur vision réaliste-empiriste de la connaissance scientifique, on ne peut les y réduire. En effet, les discours de la plupart des élèves semblent davantage tributaires d'un scientisme candide et de lacunes cognitives dont plusieurs

sont d'ailleurs conscients, plutôt que d'un scientisme dur et militant qui postule la valeur cognitive absolue de la science pour tout ordre de phénomènes. Citons, à titre d'exemple, les restrictions apportées par la très grande majorité des élèves quant à l'application généralisée de la «méthode scientifique» pour régler les rapports sociaux (certains soulignent même que cette application serait à la source de problèmes sociaux), alors que non seulement ces restrictions sont absentes des discours des enseignants et des programmes, mais, dans certains cas (surtout les discours des programmes), on y promeut même une telle généralisation, seule voie pour «combattre les irrationalités» inhérentes à la nature humaine. Ceci dit, que nous apprend le discours des adolescents?

Nous avons d'abord pu observer que, pour quelques sujets, une connaissance est scientifique parce qu'elle s'attache à l'explication des phénomènes naturels ou, comme le formulent certains, de phénomènes palpables. Pour

d'autres, ce serait plutôt la profondeur de cette connaissance qui lui donnerait son originalité et d'autres enfin en soulignent le caractère utilitaire. Mais, de manière générale, c'est par la mention de son appartenance à des disciplines traditionnellement scientifiques et, surtout, par l'évocation de l'appareil technique de la science que les sujets définissent la nature de cette connaissance. Chiffres, calculs, formules et lois, voilà en première approximation la spécificité de la connaissance scientifique à laquelle il s'ajoute, en filigrane, les attributs suivants: celui d'évidence sensorielle ou empirique, la science étudiant les phénomènes tels qu'ils s'observent dans le réel usuel, et celui d'incorruptibilité, la connaissance scientifique étant vierge des considérations ou intérêts privés qui traversent les autres types de connaissance:

«Quand c'est scientifique, les maths embarquent avec les formules pis aller plus en détails, c'est surtout la différence mathématique.» (S₁₃)

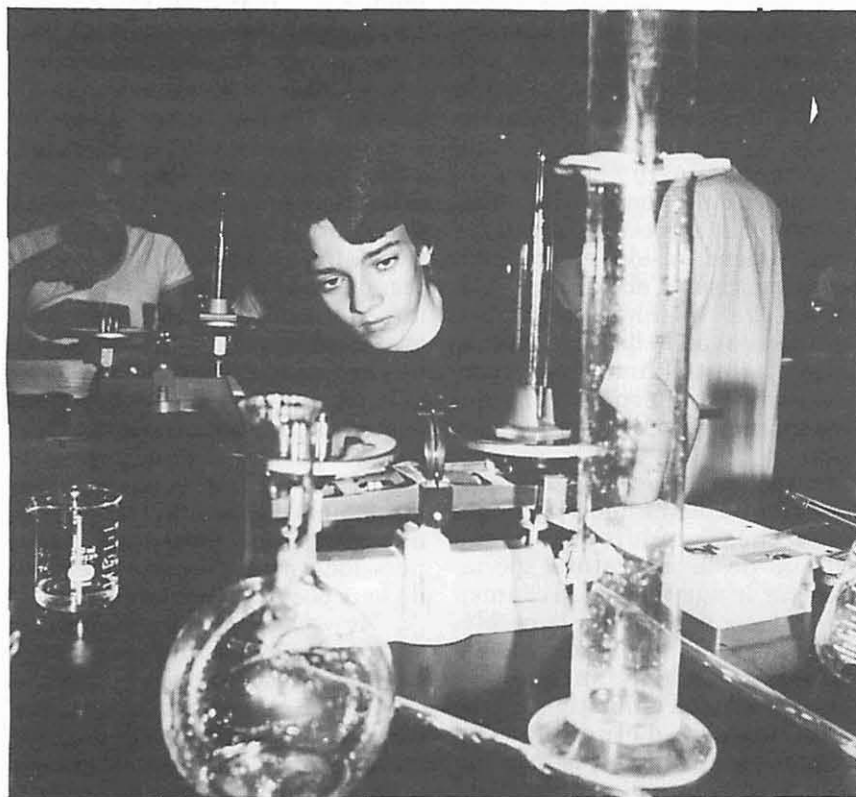


PHOTO: VIE PÉDAGOGIQUE

**«... à l'instar
des enseignants
et des programmes,
les étudiants ont une
conception vérificationniste
de l'expérience qui les
conduit
(...) à occulter
l'effort théorique
et la complexité
de la mise en forme
d'un procès de
vérification...»**

«Savoir ce qui se passe, expliquer par la voie des chiffres et non des lettres.» (S₇)

«Une connaissance scientifique, c'est toujours la même chose. Une connaissance scientifique, c'est F = MA. C'est une formule, c'est toujours ça. Tandis qu'une connaissance religieuse... ça peut être affecté par ta famille: Si tu es né dans une religion catholique, tu vas croire en la religion catholique. Ça dépend de ta nationalité, ça dépend de ce que tu as vécu, ça dépend de ton entourage, de la société, [tandis qu'une connaissance scientifique] si elle est vraie, elle est vraie pour la classe ouvrière. Je pense qu'une pomme c'est une pomme et quand elle tombe, elle tombe toujours avec une accélération de 10 mètres par seconde carré: les martiens trouveraient ça aussi.» (S₂)

Par ailleurs, on observe également que, dans plusieurs cas, les définitions proposées de la connaissance scientifique tendent à faire reposer celle-ci sur une pratique plutôt vague, mal définie, ayant trait essentiellement à la description des raisons de la survenue d'un phénomène. Ainsi, l'idée de méthode et celle de production de la connaissance scientifique sont, pour la plupart des étudiants, des notions étrangères:

«Il me semble que j'ai déjà entendu parler de ça, mais je ne suis pas sûr.» (S₃)

«C'est dur à dire. C'est dur à expliquer... c'est une méthode d'agir pour pouvoir atteindre un but.» (S₁₃)

«Je ne peux pas dire, je ne sais pas trop, j'ai entendu dire.» (S₂₀)

Et, pour la plupart des sujets, c'est dans les termes d'un sujet volontaire, le «savant», de sa capacité de curiosité, de sa volonté acharnée d'approfondir et, dans certains cas, de son intelligence particulière «au-dessus de la moyenne», qu'ils envisagent ladite production:

«Ils [les scientifiques] sont évolués; ils sont sûrement évolués... au-dessus de la moyenne des gens... Je pense bien qu'ils ont comme des inspirations à un certain moment donné. Là, ils font des recherches pis ça s'est adonné que ça fait des lois...» (S₂₂)

De façon générale, on remarque ainsi que les discours des étudiants ne relèvent pas d'une argumentation étoffée, mais tendent plutôt à mettre en commun des affirmations, des qualifications qui contribuent à magnifier soit l'individu, soit les composantes d'un procès. Des clichés en résultent: l'expérimentation, «le milieu de la méthode» comme dit l'un, constitue pour plusieurs le symbole même de la science, puisqu'elle permettrait à elle seule de découvrir les causes d'un phénomène sans que l'on ait, comme le dit Thom, à prolonger le réel par l'imaginaire: elle est un constat indéniable, une preuve directe et, la plupart du temps, absolue:

«C'est de prouver les formules, faire vraiment les théories... C'est toujours pour faire des preuves sur des lois, des théories.» (S₁₄)

«Si tu prouves que tu as raison, c'est forcément la vérité. (...). Le laboratoire et l'hypothèse [si] tu vois les deux ensemble que c'est la même réponse, tu as la preuve que c'est vrai.» (S₂₀)

En somme, à l'instar des enseignants et des programmes, les étudiants ont une conception vérificationniste de l'expérience qui les conduit, entre autres: a) à occulter l'effort théorique et la complexité de la mise en forme d'un procès de vérification; b) à ignorer l'interprétation instrumentale que requièrent l'expérimentation et sa préparation; c) à penser que l'on prouve un fait plutôt qu'élucider notre rapport au fait. Nous avons également remarqué dans leurs discours sur l'expérimentation, tout comme dans ceux sur la notion de loi, qu'ils se représentent l'idée de répé-

tabilité comme étant la répétition identique d'un fait, sans variation des données et des paramètres, et non pas comme la répétibilité d'une relation pour des valeurs différentes des variables. Notons que, pour plusieurs, cette conception s'accompagne aussi d'une idée de sondage expérimental tous azimuts: «les scientifiques essaient toutes sortes d'affaires».

«En tout cas, nous autres, les expériences que l'on fait cette année, on essaie plusieurs affaires ensemble et c'est à force de faire des essais qu'on peut voir ce que ça produit.» (S₁)

Nous avons également pu observer de manière récurrente comment, pour nombre de sujets, la science n'est pas détachée de la sensation. En fait, elle étudierait la réalité telle qu'elle s'offre à l'observation immédiate, sans la remodeler, sans l'idéaliser, et s'attacherait à y reconnaître des identités. Cette conception que l'on peut qualifier de «réaliste naïve» est particulièrement remarquable dans leur tendance à lui assigner comme objet et finalité d'étude la généralisation de faits ou de phénomènes primitifs d'observation courante, tels le lever du soleil, l'arbre qui pousse, etc. Par contre, et à l'opposé des discours des enseignants et des programmes pour lesquels l'observation en soi fait naître un concept, les étudiants ont une conception apparemment plus constructiviste, la plupart signalant la nécessité d'idées préalables. Cependant, et on retrouve là trace de la tendance réaliste précitée, cette reconnaissance des idées préalables ne les amène pas pour autant à une conception opératoire de l'observable, c'est-à-dire une conception qui définit l'objet étudié selon les conditions de sa préparation. Ce n'est qu'accidentellement que sera mentionné le fait qu'une interrogation, un problème, une observation tout comme un fait, ne peuvent s'énoncer que par une théorie. En fait, pour eux, ces idées préalables permettent au chercheur d'être

mieux informé et, par là, de produire, en regard du profane, une observation de plus grande qualité, plus fidèle à la réalité.

En somme, au regard de ces quelques informations et d'autres que l'on pourra retrouver dans le rapport de recherche (telles leurs conceptions des concepts de loi, de théorie de loi, de découverte, d'objectivité, de scientificité), il nous semble que les étudiants ont une représentation de la science qui, à l'instar des discours scolaires officiels, tend à se fonder sur des postulats empiristes et réalistes naïfs. Si, sur le plan de l'éducation à la science, cette représentation n'est pas sans poser des problèmes - on peut s'interroger sur leurs possibilités de comprendre, par exemple, le concept d'atome en des termes autres que substantialistes - il nous faut en noter cependant les ouvertures.

En effet, les étudiants, en explicitant leur pensée au sujet du

savoir scientifique, ont, en maintes occasions, proposé des explications qui visiblement étaient élaborées spontanément, ce qui montre bien qu'ils ont la capacité de le faire. Mais ce qui nous semble encore plus révélateur est que nombre d'entre eux ont pris conscience en cours d'entrevue des limites et des contradictions inhérentes à leurs explications, comme l'indique l'extrait suivant:

«Peut-être pas, parce que peut-être que l'on ne voit pas les choses de la même manière (...). Les Chinois ne voient pas la vie de la même manière que nous autres on peut la voir, ils n'ont pas les mêmes habitudes... ils ne diraient peut-être pas ça de la même manière, mais ils arriveraient aux mêmes conclusions... je me contredis là.» (S₁₃)

Or, dans un contexte pédagogique approprié, ces prises de conscience sont susceptibles de se transformer en problèmes à

résoudre, plutôt que d'être considérées comme de seules lacunes intellectuelles. Et si les entrevues nous ont permis de constater que les étudiants n'avaient pas a priori beaucoup réfléchi sur ces questions, leur réalisation illustre, selon nous, qu'ils le peuvent et que ce ne sont pas là des questionnements qui les dépassent. De plus, comme l'indique leur appréciation de l'entrevue, ils y prennent même plaisir!

«Je trouve ça «au boutte» [«supper»] que vous fassiez une affaire comme ça... ça permet de voir un peu comment on pense... ça nous oblige à penser à notre façon de penser et aussi, aux autres, ça montre la façon dont les jeunes pensent. En tout cas, moi je trouve ça «le fun»... [Ce sont des questions] très compliquées, des choses que tu ne te poses jamais. Tu prends ça pour acquis, mais quand tu te les fais poser comme ça en pleine face... tu as de la misère à répondre!» (S₁₀)

Le CIRADE*

Ce centre, lit-on dans un dépliant de l'organisme, regroupe des chercheurs universitaires issus de différents départements «capables de mener des recherches multidisciplinaires, orientées vers la solution de problèmes auxquels se heurte le monde de l'éducation ainsi que vers l'amélioration du système d'éducation et des services éducatifs au Québec». Le CIRADE a deux axes majeurs d'intérêt, la *pensée mathématique et scientifique* et les *jugements et raisonnements moraux et sociaux*. Les projets regroupés sous le premier axe «ont comme préoccupation centrale le déve-

loppement de la pensée mathématique et scientifique. Ils s'intéressent à la construction par l'étudiant de concepts fondamentaux en mathématiques et en sciences et à la construction d'un symbolisme significatif et efficace en relation avec ces concepts.» Quant aux projets du deuxième axe, ils «ont comme préoccupation centrale la socialisation de l'enfant, que ce soit à travers la formation morale et sociale, les modèles éducatifs des parents ou à travers le processus développemental de l'enfant». Au fil des ans, le CIRADE a publié plusieurs documents et continue ré-

gulièrement de le faire. Voici quelques titres de la «bibliothèque CIRADE»: *Cahiers du Séminaire de recherche sur Représentation et Apprentissage, Actes du colloque sur Recherches sur l'apprentissage: analyse des correspondances et méthodes statistiques apparentées, Actes du colloque sur raisonnement moral et raisonnement logique*. Le CIRADE est dirigé par madame Nadine Bednarz. On peut la joindre à cette adresse: UQAM, Case postale 8888, Succursale «A», Montréal, Qc, H3C 3P8. Tél. (514) 282-6186.

1. DESAUTELS, Jacques, VALOIS, Paul avec la collaboration de Marie LAROCHELLE, (1986), *La culture scientifique scolaire des années quatre-vingt: un programme de recherche*, Québec: Ministère de l'Éducation, Direction de la recherche.
 2. On s'accorde généralement pour désigner cette activité critique, constituée par une science pour son propre usage, comme étant le domaine épistémologique interne de la science concernée.
Par instrument conceptuel, nous entendons, à la suite de Piaget, l'ensemble des théories et des connaissances systématisées élaborées par une science sur ses objets (par exemple, la théorie des gaz).
L'expression «instrument matériel» renvoie à l'ensemble des objets sur lesquels porte une science (par exemple, des objets physiques ou des objets biologiques tels que des corps, des énergies, des organes).
- Voir:
- PIAGET, Jean, (1967), «Le système cyclique des sciences», in PIAGET, Jean (sous la direction de), *Logique et connaissance scientifique*, Paris: Éditions Gallimard, Collection Encyclopédie de la Pléiade, pp. 1172 et s.
 3. Ces activités constituent cette fois, ce que l'on appelle le domaine épistémologique dérivé d'une science. Il est caractérisé par l'étude de ce qui rend possible la forme de connaissance produite par une science, en la comparant avec celles d'autres sciences.
 4. D'où l'idée de communauté scientifique que d'aucuns conçoivent comme une micro-société. Signalons également que cette re-définition du sujet connaissant ne pose plus celui-ci comme un sujet transcendantal, imperméable aux contraintes et aux ressources de la société plus large. Au contraire plusieurs travaux en épistémologie et en sociologie des sciences, qui s'attardent à l'étude des contingences socio-historiques de la production de connaissance, conçoivent ce sujet connaissant dans les termes d'une actrice ou d'un acteur sociaux compétents.
 5. Pour alimenter les discussions sur le concept de nature, on peut se référer aux ouvrages suivants:
MOSCOVICI, Serge, (1977), *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Paris: Éditions Flammarion, Collection Champs.
Les usages de la nature, *Le Genre Humain*, no 12, Printemps-été, 1985.
 6. Dans l'ouvrage précité de Piaget, on trouvera une synthèse «serrée» des grandes formes de l'épistémologie, dans la partie portant sur l'épistémologie et ses variétés, pp. 3-61.
 7. Pour une synthèse détaillée des transformations de l'épistémologie et, plus particulièrement, de sa «sociologisation», voir le chapitre 1 de:
AUDET, Michel, (1983), *Le procès social de la production scientifique des sociologues du Québec de 1940 à 1965*, Thèse de doctorat, Montréal: Université de Montréal, Faculté des Arts et des Sciences.
Pour des textes d'accès plus facile sur le sujet et toujours d'actualité, voir:
THUILLIER, Pierre, (1971), «Comment se constituent les théories scientifiques?», *La Recherche*, no 13, juin: 537-554.
THUILLIER, Pierre, (1972), *Jeux et enjeux de la science: essais d'épistémologie critique*, Paris: Éditions Robert Laffont, Collection Science nouvelle.
THUILLIER, Pierre, (1980), *Le petit savant illustré*, Paris: Éditions du Seuil, Collection Science Ouverte.
 8. Plusieurs pratiques pédagogiques actuelles sont empreintes de ce que l'on peut appeler l'empirisme trivial qui pose le rôle du sujet connaissant dans les termes d'un récepteur, d'un spectateur «attentif», comme le formulent certains programmes d'enseignement des sciences.
Notons, cependant, que les premiers modèles dits empiristes, desquels prétendent s'inspirer ces pratiques pédagogiques (dont celles de modification du comportement), ont été abandonnés par leurs promoteurs au moment où les sciences humaines les adoptaient et pouvons-nous ajouter, les perpétuent encore.
 9. PIAGET, Jean, (1967), «Les courants de l'épistémologie scientifique contemporaine», in PIAGET, Jean, *Op. cit.*, p. 1244.
 10. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un mandat qui nous a été confié par la Direction de la recherche du ministère de l'Éducation du Québec. Pour le rapport détaillé de cette étude (dont une synthèse a paru dans les cahiers du CIRADE, no 8), voir:
DESAUTELS, Jacques, ANADON, Marta et LAROCHELLE, Marie, *La représentation de la science véhiculée par les programmes d'enseignement des sciences du ministère de l'Éducation, au secondaire*, Rapport de recherche, Québec: Ministère de l'éducation, Direction de la recherche. À paraître dans les Collections du Laboratoire de recherches sociologiques de l'Université Laval, janvier 1987.
 11. Cette recherche a fait l'objet d'une subvention du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada.
 12. Cette problématique est bien résumée dans le volume XI (nos 2-3, hiver 1984) de la revue *Communication information*.