

UNE CAUSE de l'insuffisance de l'enseignement du calcul

MANQUE DE LIAISON

ENTRE LES SIGNAUX

SENSORIELS

ET LES CONNAISSANCES

MATHÉMATIQUES

LES COUPURES

OU HIATUS

Pendant de nombreuses années, nous nous sommes appliqués à moderniser, théoriquement et techniquement, notre enseignement de la langue par l'expression libre, et parallèlement, notre enseignement de l'expression par le dessin et la peinture.

Nos résultats dans ce domaine sont aujourd'hui définitifs. Ils ont marqué, ils marquent et marqueront notre pédagogie.

Nous avons entrepris maintenant de moderniser notre enseignement de l'Histoire, des sciences, et du calcul. Nos publications sur le Calcul Vivant témoignent, comme pour le Français, de notre souci de partir de la base, qui est, toujours, expérience dans le milieu, au service des exigences de la vie. Nous n'en sommes qu'au début de nos recherches et de nos tâtonnements. Et c'est justement parce que nous en sommes, nous aussi, à cette phase expérimentale, que nous apprécions les efforts parallèles des spécialistes qui reposent et se reposent les problèmes, qui osent s'attaquer aux formules, que d'aucuns voudraient bien définitives, de la scolastique, même si elles ont été illustrées par des noms et des renommées imposants.

C'est ainsi que nous faisons nôtre la critique, à notre avis très pertinente, formulée par notre ami Rogerie sur l'œuvre de J. Piaget. Nous avons déjà eu l'occasion de le dire ici : Piaget a trop souvent — sinon exclusivement — mesuré les aptitudes et les réactions des oiseaux en cage. Les conclusions ne sont pas forcément valables pour les enfants qui sont habitués à des formes de travail et d'expression plus naturelles et plus vivantes.

C'est sous cet angle, qui ne sous-estime nullement l'œuvre considérable de Jean Piaget — que devront un jour être réexaminées et reconsidérées quelques-unes de ses conclusions.

C. F.

Les insuffisances de l'enseignement du calcul tiennent pour une large part et peut-être dans leur totalité, à la méthode suivie pour l'apprentissage de la langue mathématique. Cet apprentissage, de l'École maternelle aux classes préparatoires aux grandes écoles, est conduit de telle sorte qu'il ne s'établit pas de liaison durable entre les signaux sensoriels que les élèves reçoivent du monde extérieur à leur enceinte corporelle ou de leur propre corps, et les connaissances mathématiques. Ces signaux sensoriels devraient provoquer des répliques en langage numérique ou graphique. Il n'en est pas ainsi. Signaux sensoriels, d'une part, notions, lois et règles mathématiques, d'autre part, restent séparés par des coupures plus ou moins profondes. Là, où devrait y avoir liaison biologique, il se trouve quelquefois plusieurs solutions de continuité, plusieurs hiatus superposés.

C'est à l'existence de ces hiatus qu'il faut attribuer l'embarras éprouvé par les élèves pour déterminer la suite et la nature des opérations arithmétiques à effectuer, pour obtenir les solutions de leurs problèmes. Ce sont ces hiatus ou coupures qui expliquent que tant de connaissances scientifiques, acquises avec tant de peine, pour passer des examens souvent difficiles, restent sans emploi, les études terminées et finissent par s'évanouir dans l'oubli, sans avoir reçu aucune application, parce que sans liaison avec les réalités pratiques. Elles n'ont pas été évoquées, recrées et enrichies dans les circonstances où elles devraient être normalement utilisées.

Entre les divers ensembles d'événements de la vie réelle et les formes mathématiques qui les symbolisent par des relations, se trouvent souvent plusieurs de ces coupures qui finissent par séparer dans le domaine de l'action, la théorie, de la pratique et dans celui de la pensée, les mathématiques de la réalité.

C'est ce manque de liaison entre leurs perceptions venues du contact avec la réalité extérieure ou intérieure, et leur enveloppe corporelle, qui fait dire à tant de personnes qu'elles ne comprennent pas les mathématiques. Si, au surplus, elles n'en aperçoivent pas l'utilité, ou, si elles désespèrent de pouvoir s'en servir, faute de les comprendre, elles ne sont plus dans les conditions affectives indispensables à l'acquisition des connaissances mathématiques ; elles deviennent imperméables à leur enseignement. Les erreurs d'une pédagogie anachronique éliminent toute préoccupation de culture, ne laissent subsister du développement harmonieux d'une pensée merveilleusement précise, qu'un « squelette de sèche technicité ; les retentissements affectifs de leçons tatillonnes, mortellement ennuyeuses » (1), amènent trop d'élèves au dégoût, puis à un mépris pour tout ce qui est « chiffré, mesuré, raisonné » (2).

(1) Tobias Dantzig. — « Le Mystère des nombres et des formes » de Marcel Boll (Introduction).

(2) M^{mes} Truillet et Audouze. — « Ecole Libératrice », 6 novembre 1953.

La méthode naturelle d'apprentissage de la langue mathématique Les obstacles à son développement

Sans doute, le comportement des élèves, au sortir des écoles primaires, n'accuse pas, à l'encontre des mathématiques, les réactions excessives que nous venons de décrire ; celles-ci caractérisent plutôt l'attitude d'élèves ayant poussé leurs études quelques années au-delà. Nous ajouterons même, que l'Ecole primaire, tournant le dos à une conception exclusivement déductive des mathématiques, s'est engagée dans une pédagogie où le concret joue un rôle d'importance croissante. Mais elle n'est pas encore allée assez loin dans cette voie, devant mener à une méthode d'enseignement du calcul, où les élèves commenceront à vivre les événements mathématiques qui constituent l'origine génétique des notions, des lois et des règles.

Cet achèvement de la pédagogie du calcul, à l'Ecole primaire, peut être réalisé dans peu d'années. Il faut continuer et, si possible, accélérer l'heureuse évolution commencée depuis près de soixante ans.

Il n'y a pas encore très longtemps que les instituteurs prétendaient faire connaître le mètre aux enfants, en leur faisant réciter qu'il était la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. Ceux d'aujourd'hui préfèrent montrer une barre de 1 mètre et dire simplement : « Le mètre c'est cela ». C'est un progrès considérable, il marque la voie où il faut persévérer. Ce n'est pas toujours facile, car on a souvent de la peine à la reconnaître. On y rencontre des obstacles divers. Nous connaissons une institutrice qui, il y a une vingtaine d'années déjà, faisait connaître le cm. à ses élèves du cours élémentaire, par la manière expérimentale, c'est-à-dire, en montrant des cm. isolément. Une de ces élèves, dont le père s'occupait à la maison, restait insatisfaite de cette explication et hasarda :

« Je sais ce que c'est qu'un cm.

— Dis ce que c'est.

— Le cm c'est la centième partie du mètre. C'est mon papa qui me l'a dit. »

Il y a fort à parier que cette petite fille préférait le point de vue de son père à celui de sa maîtresse ; il lui semblait plus savant, ce qui est exact, et à ce titre seul, il devait avoir sa préférence ; peu importait qu'elle n'en pénétra point le sens. Pour elle, ce n'était qu'un simple alignement verbal. On peut, en effet, développer chez l'enfant un certain goût pour des formules qu'il ne peut comprendre. Certains éducateurs ne s'en effrayent point et pensent qu'il convient, avant tout, de fixer ces formules dans la mémoire de l'élève et d'attendre qu'un hypothétique développement de l'intelligence les lui fasse comprendre. C'est renverser l'ordre génétique ; celui-ci montre que l'intelligence se développe par les actions intellectuelles, qui rattachent les symboles aux réalités sensibles et non par le jeu de mécanismes aveugles, comme le sont ceux qu'utilisent certains exercices, dits de mémoire.

Les maîtres, qui voient les choses sous un point de vue diamétralement opposé au nôtre, ne sont pas l'exception. Il n'est pas rare non plus que leurs chefs pédagogiques partagent leur façon de voir et leur recommandent de ne point s'attarder dans le domaine de l'expérience, de passer dans l'abstrait le plus vite possible. Pour les uns et pour les autres, le recours au concret est un mal nécessaire que l'on ne connaîtrait pas avec des enfants suffisamment intelligents. Quant à l'acte mathématique vécu par l'élève, ils sont loin de penser qu'en lui réside la source de la connaissance ; ils n'y pensent guère,

et bien qu'il soit courant de l'utiliser dans les manipulations des bûchettes pour l'initiation aux règles de l'addition et de la soustraction, ils ne voient, en ces expériences mathématiques, qu'une espèce de pis-aller regrettable, valable tout au plus dans quelques cas particuliers.

Les théories de la connaissance

Ce sont des conceptions s'opposant avec une genèse naturelle des connaissances mathématiques. J'en fais état, car elles font obstacle à l'accélération de l'heureuse évolution de la pédagogie du calcul.

Elles sont en liaison avec une théorie de la connaissance venue des antiques métaphysiques et qui admet l'absolue nécessité de notions de nature supra-sensibles et préexistantes dans notre esprit, pour que l'expérience puisse y développer des connaissances nouvelles.

Cette théorie est postulée dans la plupart des laboratoires, où l'on s'efforce actuellement d'édifier une psychopédagogie du calcul en remplacement de celle couramment pratiquée et qui aboutit aux résultats notoirement insuffisants précédemment définis.

La genèse du nombre chez l'enfant d'après J. PIAGET

Cette théorie de la connaissance a conduit Jean Piaget à conclure que la genèse du nombre chez l'enfant est une construction mentale, édiflée, grâce à une certaine activité catégorielle portant sur des notions qui doivent se former préalablement avant que ne puisse se constituer celle de nombre. Ces notions seraient la conservation des quantités, l'invariance des ensembles, la correspondance terme à terme cardinale et ordinale, la sériation, la similitude ou correspondance sériale, l'ordination et la cardination, si toutefois j'ai réussi à bien comprendre le langage, assez hermétique pour moi, dans lequel s'exprime le psychologue genevois.

Ainsi, l'enfant accéderait au nombre par une construction effectuée sur le mode de la logique de l'adulte, c'est-à-dire par l'effet d'une certaine activité procédant par syllogismes plus ou moins consciemment formulés.

Examen critique de l'étude de Jean Piaget

Mes expériences sur l'acquisition par les enfants du langage mathématique, me portent à douter de l'exactitude des conclusions de J. Piaget.

Cependant, celles-ci n'ont pas été formulées à la légère, mais à la suite d'expériences minutieuses et scientifiquement conduites. On aurait tort, sans doute, de ne pas en convenir. Pourtant, je fais remarquer que ces expériences n'avaient pas pour but de provoquer la genèse du nombre ; elles n'étaient pas « formatives », s'il est permis d'user de cette expression ; elles avaient pour objet de s'informer sur l'outillage mental des enfants de 5 à 7 ans, dans le domaine de la construction du nombre. En d'autres termes, les expériences, relatées dans « La genèse du nombre chez l'enfant », déterminaient le comportement mathématique des élèves. Elles ne pouvaient que noter des résultats dépendant, pour une large part, du traitement pédagogique subi par eux. Il y a tout lieu de penser que ce traitement était celui couramment pratiqué ; c'est-à-dire celui où le maître tente de faire passer directement dans l'outillage mental des élèves, les notions acquises de l'adulte, grâce à des moyens divers, dans lesquels l'action verbale conserve une large primauté. Dans ce traitement, il n'est pas fait appel à la spontanéité des élèves, à leur aptitude à intellectualiser, selon leurs normes propres, leurs expériences vécues et à

constituer eux-mêmes un outillage mental à leur mesure. Il ne semble pas, non plus, que les élèves étudiés par Piaget aient jamais été placés dans des conditions matérielles, intellectuelles et affectives propres à favoriser, au maximum, leur activité mathématique spontanée, à la stimuler et à la faciliter, afin qu'elle atteigne plus aisément ses fins parmi lesquelles nous trouvons : 1° la réinvention des nombres, 2° leur emploi correct, et 3° l'énoncé des relations numériques, en réplique de la stimulation provoquée par les faits de la vie.

Les expériences de Piaget étaient, elles-mêmes, conduites d'après la ligne de la pédagogie, selon laquelle les élèves avaient été enseignés. Il ne pouvait, du reste, en être autrement. Si elles avaient procédé d'une autre pédagogie et d'une théorie de la connaissance différente, elles auraient commencé par interférer avec les résultats donnés par les leçons et exercices scolaires habituels des élèves et produit un trouble de leur comportement, au lieu d'en déterminer les caractéristiques.

Les expériences de J. Piaget ne pouvaient donc que relever les effets du traitement psychopédagogique subi par les élèves ; c'est-à-dire les effets d'us, en grande partie, aux essais du transfert direct, dans l'outillage mental de ces élèves, des concepts (3) qui, dans l'esprit de l'adulte, sont associés à la notion de nombre. Une autre expérimentation, portant sur des élèves ayant subi un traitement psychopédagogique autre, par exemple, celui que je propose par la suite, aurait donné des résultats différents de ceux dont fait état J. Piaget.

Toutefois, quelle que soit la psychopédagogie formant le cadre du traitement pédagogique adopté, c'est-à-dire quelle que soit la théorie de la connaissance dont procède ce traitement ; c'est-à-dire encore quelle que soit la route suivie, le but est le même : enrichir l'outillage mental des élèves en les munissant de l'idée de nombre, l'une des plus nettes, des plus pénétrantes et des plus fécondes que les hommes aient réussi à puiser dans l'expérience (4). Or, il ne peut subsister aucun doute à ce sujet. Arrivé au terme de la première phase de sa formation, celle du nombre entier absolu, l'idée générale que constitue ce nombre implique bien les notions citées par J. Piaget et rappelés plus haut, à savoir : la conservation des quantités et l'invariance des ensembles, la correspondance terme à terme ordinale et cardinale, la sériation, la correspondance sériale, l'ordination et la cardination.

En définitive, ce que J. Piaget appelle : « la genèse du nombre chez l'enfant », nous apparaît seulement comme une genèse possible, celle qui se trouve réalisée, lorsque les élèves subissent le traitement pédagogique, découlant de la psychopédagogie courante qui, elle-même, est conçue d'après ce que l'on peut appeler la théorie classique de la connaissance. Cette théorie repose sur l'hypothèse qu'une idée résulte de la composition de plusieurs autres ; cette composition dépendant de la nature même des idées, l'expérience, quand elle intervient, ne jouant qu'un rôle de catalyseur au sens où l'entendent les chimistes.

Les trois phases d'évolution de J. Piaget

La genèse analysée par Piaget fait apparaître trois phases dans l'évolution de la pensée de l'enfant qui est une façon de réagir à l'action verbale du maître. Ce n'est qu'à la troisième phase que sa pensée parvient à coïncider verbalement avec celle de l'adulte. Encore convient-il de remarquer qu'au cours de cette évolution, qui s'étend en gros de 5 à 7 ans, les élèves ont dû être influencés par leurs expériences personnelles, faites en dehors de l'école et réalisées au hasard des circonstances qui peuvent être ou

favorables à la transformation souhaitée par l'école, ou, au contraire, avoir un effet fâcheux de déviation ou d'inhibition.

En définitive, l'étude de J. Piaget, si j'ai réussi à en pénétrer le sens exact, comprend, avec une analyse minutieuse de la notion de nombre entier absolu chez l'adulte, la description des phases par lesquelles passe le comportement des enfants de 5 à 7 ans environ, relativement aux expériences décrites dans l'ouvrage ; lorsqu'ils sont soumis au traitement psychopédagogique couramment pratiqué.

Quel parti tirer de l'étude de J. Piaget ?

La recherche scientifique

Connaissances positives et connaissances négatives

Si nous nous posons la question de savoir ce que l'on peut tirer pour améliorer le rendement manifestement insuffisant de la psychopédagogie étudiée, nous sommes assez embarrassés pour y répondre ; bien que nous ne puissions penser que cette étude approfondie puisse être inutile aux progrès de l'enseignement du calcul. Tous ceux qui ont pratiqué la recherche scientifique savent qu'elle aboutit tantôt à la découverte de ce qui est ou de ce qu'il faut faire, tantôt à celle de ce qui n'est pas et de ce que l'on ne doit pas faire ; dans les deux cas, c'est-à-dire, que la découverte soit positive ou négative, elle est également indispensable au progrès de la pensée humaine.

Mais laissons de côté ces considérations sur les travaux de recherche en général, pour revenir à notre sujet.

Pourquoi cette étude critique de celle de Piaget ?

Le combinat Enfant - Ecole - Milieu

Je m'efforce de remédier aux insuffisances graves de l'enseignement courant du calcul en contribuant à l'édification d'une nouvelle psychopédagogie ; mais avant d'en préciser les caractéristiques, il me semble nécessaire de donner les raisons qui m'ont conduit à faire un examen critique de l'étude de J. Piaget sur la genèse du nombre chez l'enfant. Ces raisons sont multiples.

La principale, celle dont dérivent les autres, est qu'il est important de faire remarquer, ainsi que je l'ai dit, que ce n'était qu'une genèse possible, et non point une genèse unique ; la genèse nécessairement déterminée par la psychologie de l'enfant. Ainsi, l'étude de J. Piaget apparaîtra plus nettement aux yeux des lecteurs, non point comme celle de la genèse du nombre, mais comme celle du combinat Enfant - Ecole - Milieu. On est trop souvent conduit, comme J. Piaget, à isoler à son insu l'enfant des milieux où il a vécu et de celui où il vit, au moment où on l'observe et de considérer ses actions ou ses pensées comme caractérisant sa nature psychologique, alors qu'elles ne font que définir ses réactions, son comportement. Cette dernière façon de faire caractérise une attitude qui conduit à rechercher, en toutes occasions, des rapports, des relations, alors que l'attitude contraire aboutit à attribuer aux êtres et aux choses des qualités ou des « pouvoirs » spécifiques, parfaitement illusoire.

Nous ne soulevons pas ici une vaine querelle. Les deux attitudes, dont nous venons de parler, ont, sans doute, chacune, leur raison d'être ; mais dans le domaine de la détermination des actions efficaces,

(3) ... ces concepts sont des produits de l'analyse, du nombre, non des facteurs.

(4) D'après M. Boll : « *Le mystère des nombres et des formes* ».

seule, la recherche des relations peut conduire au progrès dans la voie de l'efficacité. Or, nous sommes bien dans ce domaine quand il est question de reconsidérer l'enseignement du calcul pour en améliorer le rendement pratique.

Les recherches psychopédagogiques La « bosse » des mathématiques

J. Piaget s'est acquis une grande autorité par ses travaux : il bénéficie d'une large audience parmi tous ceux que préoccupe le problème pédagogique, en tant que problème social. Ce problème, bien résolu, assurerait la transmission du patrimoine spirituel dans des conditions beaucoup plus favorables aux progrès de la culture que celles d'aujourd'hui. Aussi, on peut présumer, avec la quasi certitude de ne point se tromper, que les problèmes des techniques d'enseignement vont attirer un nombre croissant de chercheurs. Il n'y a pas encore longtemps, le travail de recherche, pour améliorer le rendement de ces techniques, était assuré presque exclusivement par les maîtres du premier degré et surtout ceux des classes maternelles. De grands progrès ont été réalisés pour ce qui concerne la langue maternelle. Les techniques d'enseignement du calcul et du langage mathématique, en général, sous ses deux formes graphiques et numériques, ont été améliorées également ; mais dans une bien plus faible mesure, surtout celles utilisées à partir du cours élémentaire deuxième année. Or, il se trouve que l'usage du langage mathématique tend à prendre de l'extension avec l'évolution des techniques modernes. Déjà, un certain nombre de chercheurs ont pris conscience de l'insuffisance certaine de l'actuelle pédagogie des mathématiques ; mais ils ne forment qu'un groupe trop restreint ; ce sont des pionniers isolés. La masse des éducateurs continuent à suivre les sentiers battus, sans prendre une conscience suffisante du rendement médiocre des méthodes suivies, comme de leur nocivité, puisqu'elles amènent à un mépris définitif pour tout « ce qui est mesuré, chiffré, raisonné ». Si on leur fait remarquer la gravité de ce mépris, à l'égard de cette langue mathématique qui, seule, a pu per-

mettre le prodigieux développement scientifique, ils l'attribuent à une déficience intellectuelle ; pour eux, certains élèves n'ont pas la « bosse des mathématiques » et ils s'en tiennent là ; ils ne soupçonnent pas la possibilité, à la base, d'une erreur pédagogique, étant certains de la valeur de leurs connaissances et, par suite, de celles qu'ils ont transmises aux élèves. La qualité du savoir en mathématique de ces maîtres ne saurait être contestée. Il en est tout autrement de leur capacité pédagogique ; sur ce point, leur ignorance est parfois totale. Un maître éminent de la science, H. Le Chatelier, m'écrivait : « La plupart des professeurs ne soupçonnent pas l'existence de la pédagogie » (5).

Culture et pédagogie La réforme pédagogique

Depuis 1930, des progrès ont été réalisés certainement, mais l'ont été dans des conditions peu favorables, car il n'y a pas bien longtemps encore, le problème pédagogique était implicitement ignoré par certains bureaux de l'administration centrale de l'Éducation nationale. On pensait alors qu'il suffisait de former des maîtres cultivés pour avoir, du même coup, de bons pédagogues. Cette façon de voir s'harmonisait avec la croyance que l'unique méthode de transmission du savoir consistait à opérer son transfert du professeur à l'élève par le canal du verbe. Un tel état d'esprit, qui a des composantes inconscientes, n'a pu disparaître brusquement ; il s'est affaibli progressivement, mais n'a pas manqué de faire frein et de retarder la profonde réforme pédagogique nécessitée par les graves échecs de l'enseignement des mathématiques, réforme qui doit débiter par celle de la formation des maîtres futurs.

Cette réforme, vue sous un autre aspect, consistera à instaurer une nouvelle psychopédagogie, en rapport avec les possibilités des élèves et, par cela, améliorant le rendement de l'enseignement.

Ph. ROGERIE
Châteauneuf-la-Forêt (Haute-Vienne).

(5) Extrait d'une lettre adressée à l'auteur de cette étude.