

L'Enseignement des Sciences exactes

Méthode naturelle de calcul

L'étude entreprise pour définir une méthode naturelle d'enseignement des sciences exactes, et permettre aux maîtres de s'en servir convenablement, exige un examen critique de conceptions que l'on pourrait croire définitives. Il nous faut revenir sur nos idées habituelles relatives à la connaissance en général et à la connaissance scientifique en particulier. Les notions de concret, de réalité, de vérité même, doivent être révisées.

C'est que depuis moins d'un siècle, une nouvelle théorie de la connaissance s'élabore lentement pour tenir compte des bouleversements entraînés dans le domaine de la pensée par l'abondance et la nouveauté des données sensorielles obtenues grâce à l'utilisation toujours plus ample de techniques expérimentales en incessante expansion.

A l'époque du microscopie électronique, on ne raisonne pas comme au temps lointain où l'homme ne disposait que de ses yeux pour analyser l'aspect des choses qui l'entouraient.

Cette nouvelle théorie s'oppose à la théorie classique. Mais pourquoi s'en préoccuper dans le domaine de la pédagogie ? Pour la raison que la théorie classique qui résulte d'un empirisme plusieurs fois millénaire est inscrite à l'insu de la plupart d'entre nous dans la subconscience contemporaine. Si on n'y prend garde, elle dicte donc les programmes scolaires, détermine les méthodes et inspire les éducateurs dans leur activité de chaque instant.

C'est d'elle que procède l'échec aujourd'hui reconnu de l'enseignement du calcul. Il me paraît, par conséquent, indispensable de caractériser l'une et l'autre des deux théories de la connaissance, par lesquelles se différencie la nouvelle philosophie scientifique de la philosophie classique.

C'est le physicien viennois Ernst Mach qui l'un des premiers contribua à faire de la connaissance une invention souvent provisoire plutôt qu'une découverte définitive.

« Son idée essentielle était que toutes les affirmations de la physique sont des énoncés sur les rapports qui existent entre des impressions sensibles, c'est-à-dire qui traduisent quelque chose sur des expériences concrètement vécues. Tous les concepts comme atome, énergie, force, matière, ne sont à ses yeux que des notions auxiliaires permettant de formuler plus simplement et plus brièvement lesdites affirmations... » (1).

« ...Le philosophe classique a subi d'autres assauts venant d'une direction différente ; je veux parler du « conventionalisme », dont le partisan le plus éminent fut Henri Poincaré. Il a fait observer que les énoncés de la physique contiennent souvent des notions qui ne sont définies que par ces énoncés eux-mêmes ; de telle sorte qu'elles échappent à tout contrôle expérimental et ne sont, de ce fait, que des définitions déguisées, des « conventions ». C'est le cas de l'énergie, en particulier, définie seulement par le théorème même de l'énergie... »

« ... Le psychologue américain William James a déclenché, lui aussi, une attaque directe contre cette philosophie, avec son livre « Le Pragmatisme »,

fort répandu dans son pays. Pour lui, la vérité d'un système de propositions, d'une théorie physique par exemple, ne consiste pas du tout à être une copie fidèle de la réalité, mais à nous être utile pour nous orienter dans le champ de nos « *erlebnisse* » (3) et de les régir selon nos convenances. Il est en plein accord avec Mach pour l'essentiel, en plein désaccord avec la doctrine de la vérité-au-fond-de-la-coquille-de-noix. A ses yeux, toute solution de problème est construction d'un procédé utile pour le classement et la maîtrise de nos « *erlebnisse* » (3). Si, par exemple, nous connaissons les règles et si nous possédons les moyens de construction des machines, si nous savons les mouvements qu'elles exécutent dans telles et telles circonstances, peu nous importe d'avoir, par surcroît, des idées sur l'essence de la matière et de la force ; les questions qui la concernent n'ont rien de scientifique. » (2)

« Bergson traduit avec beaucoup d'exactitude et de précision ces vues de James dans l'introduction au « Pragmatisme » de W. James. « Les autres doctrines font de la vérité quelque chose d'antérieur à l'acte bien déterminé de l'homme qui la formule pour la première fois. Il a été le premier à la voir, disons-nous, mais elle l'attendait, comme l'Amérique attendait Christophe Colomb. Quelque chose la cachait à tous les regards, et, pour ainsi dire, la couvrait : il l'a découverte. Tout autre est la conception de William James. Il ne nie pas que la vérité soit indépendante en grande partie au moins, de ce que nous disions ou pensions d'elle ; mais la vérité, qui ne peut s'attacher qu'à ce que nous disions de la réalité, lui paraît être créée par notre affirmation. Nous inventons la vérité pour utiliser la réalité, comme nous créons des dispositifs mécaniques pour utiliser les forces de la nature. On pourrait, ce me semble, résumer tout l'essentiel de la conception pragmatiste de la vérité dans une formule telle que celle-ci : tandis que pour les autres doctrines, une vérité nouvelle est une découverte, pour le pragmatisme, c'est une invention » ... (4)

La pédagogie traditionnelle place à la base de toute initiation scientifique ces notions dont Ernst Mach a souligné le caractère accessoire de moyens destinés à relier les signaux sensoriels fournis par nos expériences et elles y prennent le caractère d'entités agissantes et non point de liaisons d'états sensoriels. Par un singulier renversement de l'ordre des faits il est enseigné par exemple que les aiguilles aimantées prennent une position déterminée en chaque point d'un champ magnétique grâce aux *lignes de force* de ce champ ; alors que ces lignes de force sont tracées en partant des positions prises par les aiguilles placées dans le champ. C'est là dans notre ère scientifique, un curieux retour à

(1) Extrait du livre « Théorie de la Connaissance et Physique moderne » de Philipp Frank (page 23).

(2) Extrait du même livre (page 25).

(3) Expériences vécues.

(4) Extrait du livre « Théorie de la Connaissance et Physique moderne » de Philipp Frank (page 26).

l'animisme des primitifs. Pourtant les manuels actuels de physique en sont pleins.

L'enseignement des mathématiques lui-même n'échappe pas à ce primitivisme. En effet, on pouvait lire dans l'École Libératrice au sujet de la notion de nombre :

« Si l'on considère les données sur l'évolution de la notion du nombre chez l'enfant, on constate qu'il « compte » avant même l'âge scolaire. De 4 à 5 ans, il a, d'une façon générale, acquis la notion de 4, et il peut dénombrer jusqu'à 10. Mais ces « nombres » sont-ils vraiment des nombres ? L'enfant possède les noms, arrive à dénombrer, mais peut-on dire qu'il soit en possession d'un outil qui va enrichir et fortifier sa pensée, lui permettre de quantifier son univers ? M. Piaget ne le pense pas. » (1)

Ainsi donc, dans la citation qui précède, la notion de nombre telle que l'a analysée J. Piaget est donnée comme un concept agissant indispensable à l'enfant pour « quantifier son univers ». Nous sommes ici bien loin de la théorie de la connaissance d'après les vues de Ernst Mach et selon lesquelles les concepts traduisent « quelque chose sur des expériences concrètement vécues ». Bien plus, selon la théorie classique de la connaissance les notions, loin d'être le résultat d'une invention permettant de nous « orienter dans le champ de nos expériences vécues et de les régler selon nos convenances », seraient des réalités vivantes capables de réagir les unes sur les autres de se modifier réciproquement ; en effet, on lit un peu plus loin, dans l'article plus haut cité de l'École Libératrice que le « nombre est contaminé par l'espace ».

Je n'insiste donc pas sans raison sur le conflit qui divise actuellement les philosophes au sujet de l'analyse de la connaissance. Ainsi que je l'ai dit plus haut, par le fait que la théorie classique de la connaissance est inscrite dans la subconscience contemporaine, la pédagogie courante place à la base de son enseignement scientifique des notions variées indispensables selon elle à toute initiation valable. C'est une démarche aussi déraisonnable que celle qui consisterait à obliger l'enfant qui désire apprendre à marcher à bicyclette, de s'assimiler préalablement les lois mécaniques relatives à cette marche.

Dependant beaucoup d'élèves épuisent vainement leur activité intellectuelle à vouloir comprendre ces fameuses notions, se rebutent et finalement deviennent imperméables à toute pensée scientifique venue du dehors. Réduits aux seules idées scientifiques que leurs expériences particulières leur ont permis de former, leur niveau intellectuel dans le domaine scientifique reste médiocre et la plupart du temps insuffisant, eu égard aux exigences de la vie contemporaine.

J'espère que les lecteurs trouveront justifiées par les considérations précédentes, l'aspect théorique que j'ai donné à mon étude sur l'enseignement des sciences exactes. Il convient, en effet, de se débarrasser d'une théorie périmée de la connaissance scientifique et tout d'abord de la reconnaître dans la pédagogie courante dont l'échec auprès de la grande majorité des élèves est incontestable. Cet échec est particulièrement apparent il est vrai dans l'enseignement du calcul, c'est-à-dire dans l'initiation au langage numérique ; mais ce langage devient le langage indispensable dès que l'on dépasse le niveau de la leçon de choses. En sorte que l'échec de l'enseignement de ce langage entraîne celui de l'enseignement de toutes les sciences exactes.

S'il m'est apparu essentiel de développer des considérations qui semblent quelque peu ardues

parce qu'inhabituelles, je ne perdrai pas de vue l'aspect pratique de la question.

En particulier, en précisant la méthode naturelle de calcul qui précèdera celle qui se rapporte à la géométrie, je donnerai une solution longuement éprouvée de la difficulté majeure rencontrée dans l'enseignement du calcul à l'école primaire.

Quelle est cette difficulté ?

Beaucoup d'élèves, ayant acquis la technique des quatre opérations ne savent pas les utiliser. Ils ne sont pas mis en possession d'une méthode à leur portée, leur permettant de trouver facilement la nature et la suite des opérations qui donnent la solution numérique des problèmes qui leur sont posés, dès que ces problèmes portent sur des événements nouveaux ou même lorsqu'ils sont énoncés en termes inaccoutumés. Au surplus, la structure mentale qui a été conférée aux élèves par l'école traditionnelle, s'oppose à ce qu'ils aient recours aux tâtonnements (expériences tâtonnées, calculs de tâtonnements) qui pourraient les amener au but cherché. Les réflexes dont ils sont dotés ne leur ouvrent pas de voie capable de les mener au succès. Enfermés dans des constructions verbales coupées des réalités sensibles, ils tendent à chercher exclusivement la nature des opérations à faire, dans les textes des problèmes. C'est ce qui explique qu'en usant habilement des termes « reste » et « en plus », on parvient à leur faire poser une soustraction là où il fallait une addition et vice-versa.

Quant à la détermination de la suite des opérations à effectuer, l'école traditionnelle ne donne également aucun moyen pratique pour la grande majorité des enfants. Certains pédagogues préconisent les méthodes progressives ou régressives. Toutes les deux sont basées sur la connaissance préalable des relations numériques qui constituent le but à atteindre et non un point de départ.

En fait, les élèves dans leurs recherches de cette suite d'opérations se basent sur les textes des énoncés. Aussi, en donnant à ces énoncés des formes inaccoutumées, on les met dans le plus grand embarras. Ajoutons que même si l'on parvenait, auprès de tous les élèves, à leur faire déduire d'emblée de l'énoncé des problèmes, la suite et la nature des opérations arithmétiques à effectuer, c'est-à-dire à tirer de prime abord, de ces énoncés, les formules numériques donnant les solutions, il faudrait rechercher une autre manière de faire ; car, munis de cette méthode verbale, les élèves resteraient impuissants devant les problèmes, nécessairement sans énoncés, posés par les circonstances inconnues des faits de la vie.

L'échec subi par l'école traditionnelle en ce qui concerne la question de la suite et de la nature des opérations nécessitées pour la solution numérique des problèmes, est reconnu par certains centres d'examen pour le moins, où l'on évite l'insuccès des élèves en posant des questions intermédiaires qui précisent le point de départ et jalonnent la route d'accès à la question finale.

La méthode naturelle de calcul permet de résoudre le problème difficile dont je viens de parler ; mais, pour la pleine compréhension de cette méthode, les maîtres devront faire un gros effort pour se défaire des réflexes acquis et en construire de nouveaux. Sur ce point, je m'attends à une résistance au moins aussi opiniâtre que celle qui s'est manifestée à l'encontre de la diffusion de la technique du texte libre.

ROGERIE (Sarthe).

(1) *École Libératrice* du 6-11-53. Extrait d'un article de Lucienne Truillet et Madeleine Audouze.