

MATHEMATIQUES, SCIENCES

ET CONSTRUCTIVISME INTERACTIF

Les mathématiques, comme toutes les sciences, ont une histoire. Une histoire ayant une même genèse : observation – expérimentation – théorisation – application.

L'enseignement ex – cathedra fait injustement l'impasse sur les moments d'élaboration, les essais et erreurs, les hypothèses qui se révèlent fausses, l'ignorance dans laquelle se sont trouvés de grands penseurs, bref sur le tâtonnement expérimental ; autrement dit sur la résolution de problèmes.

Ainsi, les nombres décimaux sont nés au XVIème siècle, ce qui pourrait signifier que Montaigne lui-même pouvait difficilement opérer des calculs désormais à la portée des enfants.

Arguments philosophique et politique.

Retrouver, redécouvrir des mathématiques à l'école c'est non seulement se placer dans une perspective historique qui humanise mais c'est actuellement un pari philosophique.

En effet dire, ou laisser entendre :

« Voici le théorème de Pythagore et sa démonstration au tableau. Notez – Etudiez – Redémontrez de mémoire », c'est politiquement une autre façon de concevoir la formation citoyenne que de dire :

« Voici le théorème de Pythagore, des allumettes, des ficelles, des règles graduées, des mètres ruban, des équerres, du papier quadrillé de 1 cm de côté et des crayons, des clous sur une plaque de polyuréthane et des élastiques. - bref un matériel divers, même surabondant -D'abord seul, démontrez le théorème ».

Après un quart d'heure, nouvelle consigne :

Les participants se groupent par quatre et chacun à son tour communique le fruit de ses recherches sans être interrompu. Le groupe choisit une solution et la décrit sur une affiche.

Exposition des résolutions des différents groupes et questions-réponses des condisciples et du professeur aux auteurs.

Retour au travail de groupe s'il y a nécessité:

“ Retouchez votre démonstration et affichez à nouveau” .

Accès au livre de géométrie où se trouve la démonstration selon Pythagore.

Argument cognitif.

Métacognition : Chaque groupe rédige sur une affiche comment il a procédé : ses difficultés, ses découvertes, ses cheminements.

Discussion générale : phase décisive de distanciation. On peut se demander, par ailleurs, comment réfléchir, discuter, échanger à propos de stratégies de reproduction d'un modèle ?

Apprentissage de l'abstraction : Face à l'augmentation incessante de la masse des connaissances, il est urgent d'habituer les apprenants, quels que soit leur âge et leur niveau d'apprentissage à construire l'abstraction et à monter à la conceptualisation dont le chemin est « Perception-Comparaison- Formulation d'hypothèses- Vérification des hypothèses- Abstraction spécifiante » .

Ces abstractions spécifiantes seront elles-mêmes remises en cause par la formulation de nouvelles Hypothèses, de nouvelles Vérifications pour enfin arriver à la Conceptualisation. Dans la pratique pédagogique habituelle, seuls les apprenants qui ont construit, en dehors de l'école souvent, cet apprentissage, arrivent à un niveau élevé de connaissance. Quelques uns ayant été de bons imitateurs passeront leur vie à appliquer des formules mémorisées, d'autres les oublieront rapidement .

Argument didactique.

Certes une méthode constructiviste prend davantage de temps que l'exposé magistral. Cette option s'accompagne d'une prise de position défendue, entre autres par le Docteur Philippe Eenens, astrophysicien belge à Guanajuato (Mexique) qui évite de « voir » tous les points du programme (assignés dans le cadre de la formation des futurs ingénieurs) mais fait le choix de quelques notions à saisir en profondeur en les construisant par la méthode scientifique (constructiviste) ceci afin de viser à développer, à former, l'esprit scientifique, à apprendre à être créateur exigeant et non répétiteur fidèle. Pour lui le programme est un serviteur et non un maître.

Toute notion peut s'enseigner par la construction – résolution de problème. En effet, chaque concept est né de la sorte. A-t-il déjà été enseigné ainsi quelque part dans le monde, grâce à des professeurs créatifs faisant avancer la science en général et la pédagogie en particulier?

Charles Pepinster

J'ai vu,... c'est malheureux.

Quoi de plus jubilatoire pour un enfant, un adolescent de découvrir, de conceptualiser après une phase d'observation et d'expérimentation des notions essentielles comme par exemple les symétries à partir de miroirs et d'allumettes.

En 3^{ème} année de secondaire, ma fille Manon, à de nombreuses reprises, a eu l'occasion de faire l'expérience de cette impasse sur les moments d'élaboration, d'essais et erreurs, amenant à faire des hypothèses comme Charles vient de le dire.

Un exemple nous a marqués particulièrement à propos de leçons de physique sur les lentilles : d'abord, dans le manuel de physique (1), les étudiants ont lu les différentes définitions : *lentille, lentille biconvexe, lentille biconcave, foyer et distance focale.*

Venait ensuite l'étude des phénomènes de réfraction dans des lentilles biconvexes et biconcaves.

Quelques applications « papier crayon » ont été préférées aux indications du manuel qui préconisaient cependant de faire projeter des rayons lumineux à travers ces dites lentilles.

C'est ainsi que tous les étudiants ont « construit » (le mot est volontairement mis entre guillemets car il s'agissait plus de dessiner sous la dictée du professeur) les images d'objets formées par les deux types de lentilles. Les étudiants devaient ensuite énoncer les caractéristiques de ces images : inversées, réelles, à telle distance du centre optique,...

Plusieurs exercices ont été donnés comme devoir pour le cours suivant : sur papier millimétré, il fallait construire les images d'objets dont les caractéristiques variaient.

Toutes les caractéristiques ont fait l'objet d'une belle synthèse, au cas par cas, et ... devait être étudiées pour l'examen.

Et quel examen ! Devinez : quatre constructions à réaliser sur papier millimétré et quatre définitions à restituer de mémoire.

Et pourtant....

La fin du chapitre sur l'étude des lentilles comportait une rubrique « Applications » où les auteurs proposaient (dans les mêmes modes de transmission toutefois) d'étudier quelques objets disponibles aisément : la loupe, le projecteur de diapositives, la lunette astronomique, le télescope, le microscope (avec en bonus l'historique du microscope dans lequel les mots importants étaient en caractères gras !). Ces extensions ont été jugées inutiles par le professeur... prétextant un manque de temps.

Cette pédagogie subie par Manon était verbale et de nature à soumettre les adolescents.

Et pourtant...

La préface de ce manuel recommandait une pédagogie participative et donc par nature citoyenne : « Dès l'introduction, les auteurs annoncent leur projet pédagogique : rendre l'enfant actif pour l'appropriation de quelques savoirs en optique... »

...Ce n'est que par des manipulations effectivement bien menées qu'une démarche scientifique expérimentale peut s'apprécier et former l'esprit....

...Lors de la réalisation des travaux pratiques, quels sont les pièges à éviter ?... »

Durant toute son école primaire, Manon a baigné dans l'Education Nouvelle, si bien qu'en début d'année, apprenant qu'un des prochains cours serait consacré aux symétries, j'avais suggéré à Manon d'emporter quelques miroirs....

« Tricheuse » lui a dit son professeur ...

Léonard Guillaume

(1) *Physique 3^{ème} année ; Sciences 3 périodes par semaine* par S.Fodor et M-J Gilson Ed Plantyn - Bruxelles 2002