

Introduction

La problématique de l'enseignement / apprentissage soulève non seulement un questionnement épistémologique : quels savoirs enseigner¹, comment organiser les savoirs dans un programme souvent pléthorique, quelle réflexion à entamer avec les enseignés sur le sens des concepts (quelle est la place de tel ou tel concept dans la pensée scientifique et à quels problèmes ou classe de problèmes il répond) mais aussi cette problématique soulève la question de la méthodologie ou pratique de l'enseignant : quelle approche pédagogique permettrait de réaliser un apprentissage durable ?

L'enseignement des mathématiques et des sciences en général à l'œuvre aujourd'hui dans nos établissements manque cruellement de dimensions épistémologiques et didactiques. En effet, notre enseignement ne pose pratiquement pas la question du sens des concepts ni celle du choix de la démarche à construire en classe pour réaliser un certain apprentissage, la relation enseignant/enseigné se réduisant alors à sa plus simple expression : un enseignement mécanique dans lequel l'enseignant confond le temps de l'enseignement avec le temps de l'apprentissage.

Cette dimension épistémologique est celle qui s'interroge sur la construction des concepts que l'on enseigne en tant

¹ Il n'est pas inutile de remarquer qu'il est de la responsabilité pédagogique de l'enseignant d'ajouter éventuellement une notion absente du programme mais toutefois nécessaire à la compréhension du reste, quitte à enlever ce qui peut être enseigné dans la suite du parcours scolaire ou universitaire. Ce qui donne à souligner la nécessité de la constitution d'équipes pédagogiques, maintes fois évoquée à la fois dans l'approche pédagogique dite « Approche par compétences (APC) ou pédagogie de l'intégration » et dans le dispositif LMD, mais jamais réalisée.

qu'outils de résolution de problèmes et d'outils d'explications et d'interprétations de phénomènes² divers. Cette réflexion sur les concepts scientifiques peut alors déboucher sur une autre réflexion, celle de l'approche pédagogique pertinente qui évite l'enseignement dogmatique systématique en permettant une approche d'enseignement par les significations³ des notions que l'on enseigne. Or cette entrée par les significations ne peut être entreprise qu'en mettant en avant les problèmes que ces notions tentent de résoudre, c'est ce que R. Bkouche appelle « la mise en valeur des problèmes »⁴.

L'articulation entre les démarches épistémologique et didactique tente non seulement d'expliciter le sens des concepts mais aussi répond à la question récurrente des enseignés : « à quoi ça sert ? », et en plus permet de prévoir les difficultés à venir dans les apprentissages de certains concepts, lesquels se sont heurtés à ce que l'on appelle *les obstacles épistémologiques*, obstacles liés à leur constitution historique⁵.

« La notion d'obstacle épistémologique peut être étudiée dans le développement historique de la pensée

² Il peut s'agir autant de phénomènes naturels (concept de spéciation et de sélection naturelle pour comprendre les mécanismes de l'évolution des espèces), de phénomènes physiques (concept d'inertie, de lumière, de mouvement vibratoire, etc.) que de phénomènes économiques, sociologiques, etc.

³ Un enseignement qui ne donne que des réponses à des questions qu'on ne se pose pas est le type d'un enseignement qui ne se préoccupe pas des significations, c'est-à-dire qui ne cherche pas à pénétrer le sens des concepts enseignés. Ceux-ci sont alors présentés aux élèves et étudiants comme sortis miraculeusement de tout contexte historique et problématique, des cerveaux de géniaux savants.

⁴ Bkouche, R. (1992), *La formation des maîtres : professionnalisation ou formation professionnelle*, IREM de Lille, p. 26.

⁵ La physique d'Aristote, si elle a été positive par certains aspects, n'en a pas moins constitué un obstacle dans la pensée et l'activité scientifique chez les physiciens grecs et leurs héritiers arabes et européens. Aristote en fondant son raisonnement sur la connaissance commune a ainsi entravé la connaissance scientifique qui est justement à l'opposé de cette connaissance commune.

scientifique et dans la pratique de l'éducation » écrit G. Bachelard⁶.

Mais il n'y a pas que l'obstacle épistémologique à franchir dans une situation d'enseignement.

En effet, la méthodologie de l'enseignement ne peut passer sous silence la dimension cognitive, cet aspect du comment apprend-on, sous peine de n'effectuer que des apprentissages volatiles issus d'un enseignement de placage et non d'un enseignement de construction des savoirs. Il est en effet nécessaire dans la pratique d'enseignement de prendre également en considération les représentations des élèves et étudiants, c'est-à-dire de prendre en compte ce que les enseignés savent (même et surtout s'ils le savent mal) en rentrant en classe. Bachelard voit là, à juste titre, un obstacle dans les apprentissages et c'est à raison qu'il le nomme obstacle épistémologique puisqu'une représentation (un certain savoir) peut être source d'erreurs récurrentes⁷ chez les enseignés et peut empêcher un savoir nouveau d'être construit, assimilé et maîtrisé par ces enseignés.

« Dans l'éducation, la notion d'obstacle pédagogique est également méconnue. J'ai souvent été frappé du fait que les

⁶ Bachelard, G. (1938), *La formation de l'esprit scientifique*, Librairie Philosophique, J. Vrin, Chap I, p. 19.

⁷ Prenons un exemple classique rencontré souvent au collège : un nombre non nul est toujours inférieur au double de ce nombre, ce qui est vrai si le nombre considéré est positif mais faux s'il est négatif.

Un autre exemple de représentation chez les jeunes élèves : une fraction, pour cette représentation, ce sont deux nombres distincts sans rapport entre eux (appelés numérateur et dénominateur) et séparés par une barre. Pour faire l'addition de fractions, $(1 / 2) + (3 / 5)$ par exemple, il suffira d'additionner les nombres correspondants, c'est-à-dire que : $(1 / 2) + (3 / 5) = (1 + 3) / (2 + 5) = (4 / 7)$. Mais remarquons que pour la multiplication des fractions, cette représentation "marche" !

professeurs de sciences, plus encore que les autres si c'est possible, ne comprennent pas qu'on ne comprenne pas »⁸.

L'élève, comme l'étudiant, arrive en classe avec des connaissances et donc avec une histoire cognitive personnelle. Bachelard écrit encore :

« Les professeurs des sciences imaginent que l'esprit commence comme une leçon, qu'on peut toujours refaire une culture nonchalante en redoublant une classe, qu'on peut faire comprendre une démonstration en la répétant point par point. Ils n'ont pas réfléchi au fait que l'adolescent arrive dans la classe de Physique avec des connaissances empiriques déjà constituées : il s'agit alors, non pas d'acquérir une culture expérimentale, mais bien de changer de culture expérimentale, de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne »⁹.

Ce que dit Bachelard pour la classe de Physique est aisément transposable pour toute autre classe.

L'alternative historique pour l'enseignant, si elle ne constitue pas la panacée pédagogique, a non seulement le mérite de mettre en lumière la problématique des concepts et la complexité intrinsèque du savoir scientifique mais offre en même temps des chances pour conduire l'enseignement à s'interroger sur les possibles obstacles d'ordre épistémologique, didactique, psychologique et linguistique, ce qui permettrait alors de réfléchir sur une exploitation de cet aspect historique pour une pratique d'enseignement susceptible de réaliser des apprentissages scientifiques durables.

⁸ Bachelard, G., *op.cit.*

⁹ *Ibid.*

Les contributions

1. La contribution de A. Djebbar est un large et riche panorama des activités mathématiques arabes, entre le IX^e siècle et le XV^e siècle, dans la continuité des traditions indienne, mésopotamienne et surtout grecque. Cette contribution est également constituée d'une dimension sur l'épistémologie des mathématiques arabes à travers non seulement l'étude des différents types de raisonnement comme le raisonnement par analyse et synthèse avec Ibn al-Haytham (m. 901), mais aussi avec un éclairage sur le statut des différents types de justifications géométriques. C'est ainsi, en particulier, qu'il est question du procédé du découpage et de l'assemblage pour résoudre les problèmes de construction avec Thabit Ibn Qurra (m. 901) et Abou l-Wafa' (m. 997) et les problèmes concernant la constructibilité des points et des figures du plan.

2. Comment constituer, par exemple, une pratique pédagogique pour l'enseignement des coniques sur le plan, en particulier pour un tracé de la parabole qui se baserait sur les propriétés de cette conique ? Abū l-Wafā' (m. 997) et Ibn Sinān (m. 942), en explicitant une problématique de cette conique et en proposant une démarche de construction par points pour un tracé de la parabole, contribuent de façon à la fois ludique et scientifique à l'apprentissage d'une telle courbe. À la suite de ces deux mathématiciens, B. Bennaceur et A. Maameri proposent ainsi des tracés de paraboles confortés par des justifications géométriques.

3. L'enseignement des mathématiques, s'il se soucie réellement des apprentissages scientifiques, ne peut se passer d'une certaine problématisation des notions comme condition à leurs introductions. L'enseignement des coniques n'a jamais été aisé et F. Remaoun-Djabeur en proposant une

problématique historique de ces coniques tient là un exemple susceptible de servir de matériau utile à leur apprentissage. Plus précisément, le problème de la duplication du cube permet de comprendre l'origine des courbes de deuxième degré que sont les sections coniques.

4. L'histoire des sciences constitue un outil pour la didactique des sciences et peut inspirer une méthode d'enseignement des concepts et des théories scientifiques dans les collèges et lycées. C'est ainsi que S. Ayad propose des exemples mathématiques exploitables en classe pour les enseignants des collèges d'enseignement moyen en leur permettant d'établir une relation entre la construction de problèmes de géométrie et l'interprétation historique de concepts d'optiques, amenant ainsi l'élève à se mettre en situation d'apprentissage pour s'approprier le savoir enseigné.

5. A. Benamar, partant du principe selon lequel un certain nombre de questions qu'élèves et enseignants se posent peuvent être éclairées par une perspective historique, propose une approche des concepts de digestion et de régulation biologique. Comprendre les difficultés des élèves confrontés à la construction de leur savoir scientifique, selon elle, peut être envisagé comme une orientation pertinente des études associant didactique et histoire des sciences.

6. Convaincue que l'histoire des sciences est une voie possible conduisant vers un enseignement de qualité, W. Benaboura explicite sa démarche méthodologique pour une exploitation didactique des matériaux historiques par les formateurs. Une illustration claire est alors proposée à travers ses recherches sur la contribution d'Abû l-Qâsim-al-Zahrâwî dans le domaine de la chirurgie de la douleur.

7. F.Z. Boulefdouï, s'est penchée, dans sa quête de mise en valeur de la pharmacopée arabe au 12^{ème} siècle, sur la riche et incontournable contribution de Ibn Al-Baytar (1196-1248), pilier historique en la matière.

Benaouda BENNACEUR