DEMARCHE SCIENTIFIQUE

La démarche scientifique (problématisation, objectivation, expérimentation) permet à la science d'exister ; l'existence de la science suppose à la fois un regard sur la réalité, la construction de représentations et trois étapes :

- la formulation d'*hypothèse*s ;
- la construction d'une *théorie* ;
- sa *validation.*

Les mathématiques se distinguent par le caractère interne de la validation : la preuve.
http://www.animath.fr/UE/UE04/tableronde.pdf

1- La démarche d'investigation scientifique dans l'introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques des programmes du cycle central des collèges

ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2005/hs5/annexe1.pdf

La démarche d'investigation scientifique présente des analogies entre son application au domaine des sciences expérimentales et celui des mathématiques. La spécificité de chacun de ces domaines, liée à leurs objets d'étude respectifs et à leurs méthodes de preuve, conduit cependant à quelques différences dans la réalisation. Une éducation scientifique complète se doit de faire prendre conscience aux élèves à la fois de la proximité de ces démarches (résolution de problèmes, formulation respectivement d'hypothèses explicatives et de conjectures) et des particularités de chacune d'entre elles, notamment en ce qui concerne la validation, par l'expérimentation d'un côté, par la démonstration de l'autre.

Cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel (en sciences expérimentales) et sur la résolution de problèmes (en mathématiques). Les investigations réalisées avec l'aide du professeur, l'élaboration de réponses et la recherche d'explications ou de justifications débouchent sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire techniques. Dans le domaine des sciences expérimentales, chaque fois qu'elles sont possibles, matériellement et déontologiquement, l'observation, l'expérimentation ou l'action directe par les élèves sur le réel doivent être privilégiées.

Une séance d'investigation doit être conclue par des activités de synthèse et de structuration organisées par l'enseignant, à partir des travaux effectués par la classe. Celles-ci portent non seulement sur les quelques notions, définitions, résultats et outils de base mis en évidence, que les élèves doivent connaître et peuvent désormais utiliser, mais elles sont aussi l'occasion de dégager et d'expliciter les méthodes que nécessite leur mise en oeuvre.

2- Canevas d'une séquence d'investigation

Ce canevas n'a pas la prétention de définir " la " méthode d'enseignement, ni celle de figer de façon exhaustive un déroulement imposé. Une séquence est constituée en général de plusieurs séances relatives à un même sujet d'étude. Par commodité de présentation, sept moments

essentiels ont été identifiés. L'ordre dans lequel ils se succèdent ne constitue pas une trame à adopter de manière linéaire. En fonction des sujets, un aller et retour entre ces moments est tout à fait souhaitable, et le temps consacré à chacun doit être adapté au projet pédagogique de l'enseignant. Les modes de gestion des regroupements d'élèves, du binôme au groupe-classe selon les activités et les objectifs visés, visent à favoriser l'expression sous toutes ses formes et permettre l'accès progressif des élèves à l'autonomie.

La spécificité de chaque discipline conduit à penser différemment, dans une démarche d'investigation, le rôle de l'expérience et le choix du problème à résoudre. Le canevas proposé doit donc être aménagé pour chaque discipline (voir partie introductive de chacune d'entre elles) :

- le choix d'une *situation* - problème par le professeur ;
- l'*appropriation* du problème par les élèves ;
- la *formulation* de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles ;
- l'*investigation* ou la résolution du problème conduite par les élèves ;
- l'*échange* argumenté autour des propositions élaborées ;
- l'*acquisition* et la structuration des connaissances ;
- l'*opérationnalisation* des connaissances.

3- La démarche d'investigation scientifique en mathématiques

En mathématiques, la dimension expérimentale se caractérise par un va-et-vient entre un travail avec les objets que l'on essaie de définir et l'élaboration et/ou la mise à l'épreuve d'une théorie visant à rendre compte des propriétés de ces objets. La recherche et l'organisation par l'enseignant d'une situation, qui comporte des objets suffisamment familiers aux élèves pour qu'ils puissent s'engager dans l'action, émettre des conjectures et en débattre, sont des tâches délicates. Cette situation d'apprentissage doit favoriser la mobilisation d'outils (élaboration de conjectures, règles, d'objets, mise en relation de propriétés, *changements de registres* etc.) permettant un traitement mathématique dont les résultats pourront être confrontés aux résultats des actions sur les objets (Dias 2004).

Un exemple classique est celui du puzzle (Brousseau 1998) : il s'agit d'agrandir un puzzle dont un modèle est donné, tel que le côté qui mesure 4cm sur le modèle, mesure 7cm sur le puzzle agrandi. Les élèves (fin d'école primaire) travaillent en petits groupes et le fait qu'une procédure additive ne permet pas de reconstituer le puzzle les incite à émettre de nouvelles conjectures et à mettre en œuvre des actions pour tester ces conjectures. Dans cette situation, le problème de l'agrandissement met en jeu la conservation des angles (aspect géométrique), la proportionnalité des mesures des longueurs (aspect numérique) et est lié au théorème de Thalès, aux concepts d'homothétie et de similitude.

Certains problèmes favorisent particulièrement une démarche scientifique qui consiste à expérimenter, conjecturer, prouver. La première phase qui est faite d'essais, d'erreurs, de tâtonnements, donne l'occasion à tous les élèves de produire un écrit suivi par une recherche de preuve plus ou moins approfondie. La démonstration formelle étant un objectif second, c'est la *recherche* qui est privilégiée dans cette approche, à savoir : à partir de quelques exemples, émettre des conjectures, les tester, puis les infirmer ou les prouver.

Cette démarche a été souvent mise en œuvre, dans un premier temps, dans l'enseignement de la géométrie. Plus récemment, plusieurs équipes, dont celle de l'IREM de Montpellier (groupe résolution de problèmes), ont pour objectif commun de concevoir et d'élaborer des ressources pour les enseignants dans la perspective d'un développement significatif de la résolution de problèmes de recherche, comme moteur des apprentissages mathématiques au niveau primaire secondaire et universitaire http://educmath.inrp.fr/Educmath

Cette démarche peut être mise en œuvre avec la pratique des *narrations de recherche* qui vise à développer l'analyse *réflexive* chez les élèves et dans *la résolution de problèmes*, à condition qu'ils soient suffisamment complexes *pour inciter les élèves au débat scientifique et au travail collaboratif*.

L'organisation d'un *débat scientifique* en cours de mathématique (Legrand 1993) peut être considérée comme une première étape pour créer une petite communauté scientifique dans laquelle les élèves vont émettre des conjectures et analyser la pertinence et la validité des énoncés et des preuves qui leur sont proposés. L'objectif est de favoriser la création, mais aussi le doute chez les élèves, de leur faire prendre conscience que l'apprentissage scientifique comporte des phases de désordre et de contradiction qui peuvent devenir source d'une meilleure compréhension. Cette démarche est exploitée par Marc Legrand dans le domaine de l'analyse (introduction des inégalités, approximations et passage à la limite). Un résumé de cet article peut être consulté sur le site Publimath (http-Publimath).

Références

Aldon G. (1997), Développer la recherche scientifique à travers l'étude de situations mathématiques, IREM, Université Lyon 1.

Animath : http://www.animath.fr/UE/UE04/tableronde.pdf

Brousseau G. (1998), Théorie des situations didactiques, La Pensée Sauvage

Dias T. (2004), Recours à l'expérimentation dans la construction des mathématiques, Mémoire de DEA, Université Lyon, Université Lyon 1.

Dias T., Durand-Guerrier V. (2005), Expérimenter pour apprendre en mathématiques, Repères-IREM 60, 61-78.

Educmath : http://educmath.inrp.fr/Educmath

Edutel : ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2005/hs5/annexe1.pdf

Legrand M. (1993), Débat scientifique en cours de mathématique et spécificité de l'analyse, Repères-IREM 10, 123-158.

Publimath http://www.irem.univ-mrs.fr