

ASSOCIATION MARCEL HICTER POUR LA DEMOCRATIE CULTURELLE - FMH

Rôle de l'apprentissage de la démarche scientifique dans le développement des capacités d'innovation et de créativité des enfants.

Par Brigitte Spineux, chargée de mission, Association Marcel Hicter

Octobre 2015

Rôle de l'apprentissage de la démarche scientifique dans le développement des capacités d'innovation et de créativité des enfants

Par Brigitte Spineux, chargée de mission, Association Marcel Hicter

Suite au développement des sciences cognitives, un nouveau paradigme a vu le jour, la société de la connaissance. Les enjeux sociétaux qu'elle représente rendent cruciale le développement de la capacité d'innovation et de créativité. Un tel objectif ne peut se concevoir sans la mise en place d'une politique visant à augmenter de manière drastique la culture scientifique, le potentiel de création de nouveaux savoirs et d'utilisation de ces savoirs. Il est donc primordial, dans ce cadre, de former des jeunes aux sciences. Hélas, les résultats obtenus par la Belgique francophone aux tests PISA récents en mathématique et en science ne peuvent pas être qualifiés de « brillants ».

De nombreux travaux ont également mis en évidence le peu d'intérêts que portent les jeunes pour les études scientifiques en Europe. Des actions ont été mises en œuvre pour promouvoir celles-ci mais sans résultats conséquents. Fin 2006, la Commission européenne a chargé un groupe d'experts¹ de déterminer les conditions préalables nécessaires à une multiplication des vocations scientifiques. Le rapport Rocard recommande, entre autres, l'introduction d'approches basées sur le questionnement afin de donner plus de place à l'observation et à l'expérimentation. L'origine de la désaffection des jeunes apparaît, en grande partie, dû à la manière d'enseigner les sciences à l'école².

Le projet de recherche et développement, Pollen³, a été sélectionné comme projet de référence afin de promouvoir l'enseignement et la culture scientifique en Europe. Son principal objectif est de développer un enseignement des sciences et des technologies basé sur une démarche d'investigation, en anglais,

Inquiry-based science education, IBSE, reconnu par la communauté scientifique internationale comme primordial dès le niveau primaire de l'enseignement. La formation des enseignants ainsi que l'implication des acteurs extérieurs à l'école (famille, communauté scientifique, universités, services publics, industries...) sont également pris en compte ainsi que le lien des apprentissages de l'élève avec son environnement quotidien.

Au cours du projet Pollen, l'Université de Leicester en Angleterre a mené un projet expérimental d'enseignement croisé des arts et des sciences dans l'enseignement primaire.

La démarche se focalisait sous différents angles :

- Création artistique à partir d'observations de phénomènes physiques à l'aide microscopes électroniques et de caméras digitales avec présentation orale des résultats
- Communication des résultats d'observation par le biais de créations artistiques diverses (peinture, impression, collage, dessin d'observation, création textile)
- Utilisation des notions scientifiques acquises sur la transformation des matériaux et expérimentation des contraintes techniques de l'artiste dans des productions artistiques
- Création artistique stimulée à partir d'éléments naturels comme la pierre, les minéraux et les fossiles

Leurs observations rendent compte que les apprentissages sont facilités par ces activités qui donnent du sens et sont plus amusantes ce qui permet à l'élève de mieux les retenir. Elles permettent également de mettre en évidence les liens entre les matières du curriculum et par là-même de faciliter l'utilisation de l'acquis de manière holistique. La stimulation de la créativité par les pratiques artistiques permet à l'élève de développer son propre style d'apprentissage.

L'approche pédagogique par projet invite les élèves à prendre une part active dans l'acquisition de connaissances. Un projet permet de créer un « espace » hors du cadre de l'enseignement par disciplines facilitant le développement des liens entre les savoirs si cruciaux pour l'utilisation de l'acquis.

La science peut se définir comme une pratique d'exploration de la nature. Cette pratique ne se réduit pas aux lois et explications qu'elle peut nous donner du monde. Depuis les années septante, se développe la sociologie des sciences surtout dans les pays anglo-saxons⁴. En France, Latour distingue la science faite de la science en action, en train de se faire. Il plaide pour la diffusion d'une vue réaliste des sciences⁵.

De manière simplifiée, le travail du chercheur se distingue par quelques étapes fondamentales⁶ :

L'observation

C'est l'étape fondamentale où les phénomènes étudiés sont « questionnés » dans leur essence. Elle nécessite de se débarrasser des images préconçues, d'avoir un regard curieux capable de remettre en cause l'explication commune (exemples : la terre est plate et est le centre de l'univers).

L'expérimentation

Le chercheur émet des hypothèses sur les liens entre les causes et effets du phénomène observé et met au point un protocole d'expériences, de mesures qui doivent lui permettre de vérifier, le cas échéant, ses hypothèses.

Cette étape nécessite la recherche des paramètres qui sont pertinents, influents dans le phénomène observé (exemple : l'eau bout toujours à 100°C ? et si la pression atmosphérique varie ?). Chaque paramètre doit pouvoir se mesurer de manière indépendante pour pouvoir vérifier l'influence précise de ses variations.

Le doute et l'erreur sont également intrinsèques au processus, l'histoire des sciences en regorge d'exemples.

Le protocole expérimental vise à objectiver les mesures des différents paramètres définis comme pertinents dans le phénomène.

La science n'a pas réellement de fin, chaque observation, expérience, réponse soulèvent d'autres questions.

L'expression d'une « loi » de la nature

Sur base de l'analyse des résultats des mesures effectuées, le chercheur décrit le phénomène dans une loi ou formule qui permet de « prédire » les résultats des variations des paramètres influents.

La communication

La loi exprimée, le scientifique doit alors communiquer et défendre ses résultats auprès de la communauté des scientifiques de sa spécialité. C'est seulement après acceptation de cette communauté que la loi sera prise en compte dans le corpus concerné. (Exemple : Pluton a perdu son statut de planète du système solaire non par une démonstration univoque mais après suffrage d'une assemblée internationale d'éminents astronomes !)

1.a La méthodologie IBSE : nouvelle pédagogie des Sciences

A l'heure actuelle, transmettre un savoir scientifique, c'est le transmettre avec tout ce que cela comporte de variations et d'amplitudes, de marges, de doutes, de certitudes, de questions et de réponses...

Cet aspect rend l'enseignement des sciences particulièrement difficile, sans le confort de la certitude des réponses que l'enseignant peut donner aux questions de ses élèves. Il est pourtant primordial dans l'apprentissage de ce qu'est réellement une pratique scientifique et nécessite de se battre contre l'image « omnisciente » du scientifique.

Communément vue comme l'avenir de l'enseignement de la science, la méthode par investigation (observation, expérimentation et questionnement) permet à l'élève de construire par lui-même ses propres connaissances (voir figure 1).

L'asbl Hypothèse participe à la promotion de l'enseignement des sciences par la méthode d'investigation en Belgique francophone. Ce groupe d'enseignants met à la disposition des enseignants et des animateurs intéressés des outils didactiques pour concevoir des activités d'éveil à la science en privilégiant l'observation et l'expérimentation⁷.

L'objectif de l'association Hypothèse est d'amener l'enfant et l'adolescent à développer un esprit scientifique créatif.

Il s'agit de leur faire comprendre que :

- la science résulte de constructions mentales logiques et cohérentes pour décrire le monde;

- qu'elle ne découle pas des découvertes fortuites d'esprits illuminés et qu'il suffira ensuite de s'approprier;
- qu'elle émane d'hommes et de femmes, à un moment donné et dans un contexte sociologique particulier;
- qu'elle est sujette à une évolution constante.

Les principes de base développés par Hypothèse sont les suivants:⁸

1. Relier les notions scientifiques à mettre en évidence avec leur utilité dans la vraie vie. Les questions de sciences travaillées dans les projets émanent d'enjeux réels.
2. Prendre la pensée spontanée de l'enfant comme point de départ du processus d'apprentissage. Le « sens commun », ou le système explicatif spontané de l'enfant, peut faire obstacle à un apprentissage durable. C'est par la confrontation avec des situations concrètes qui bousculent ses conceptions spontanées que l'enfant entamera son processus d'apprentissage. La démarche d'Hypothèse est dès lors de trouver des activités qui permettront cette confrontation. Par exemple, dans un travail à propos de questions de sciences à la piscine, les enfants ont exprimé (beaucoup d'adultes aussi) que l'on flotte mieux dans la grande profondeur car il y a plus d'eau. La séquence prévoit dès lors une expérience qui confronte les enfants avec cette hypothèse. Face à l'objet qui s'enfonce de la même manière dans peu ou dans beaucoup d'eau, les enfants sont bien obligés d'accepter les limites de leur propre modèle explicatif et de construire une nouvelle représentation qui rend mieux compte du réel observé.
3. Varier les approches de construction des savoirs. Par exemple lorsque nous proposons une approche expérimentale, nous proposons une gradation méthodologique qui part le plus souvent du ressenti par le corps des concepts travaillés pour continuer par une approche qualitative du phénomène lors d'expériences-actions (défis techniques et ludiques, manipulations libres). L'enfant agit alors directement sur les objets. Ce temps de contact très concret avec le réel permet à l'enfant de donner un sens aux formes plus rigoureuses de l'expérience qu'il rencontrera dans la suite de la séquence.

Les apprentissages « prennent » s'ils s'inscrivent dans un vécu réel.

4. Passer de l'impression à la précision : concevoir des expériences.

L'étape suivante consiste à envisager et rédiger un protocole expérimental qui mettra les hypothèses à l'épreuve. Ici l'approche ne sera plus qualitative, le résultat devra être chiffré et, surtout, dans l'expérience on ne pourra faire varier qu'un seul facteur à la fois. À ce stade de la recherche, il faut réfléchir avant d'agir. Les enfants ne réalisent leur expérience que quand la cohérence est validée par l'animateur. C'est bien à ce moment que les vraies compétences scientifiques entrent en jeu : la logique, la rigueur, la mesure, la précision, la mise en tableau des résultats... Tout y est !

Pour compléter et apporter un éclairage supplémentaire, des « expériences à suivre » (le protocole est donné) sont proposées. Elles illustreront l'un ou l'autre aspect de la recherche de manière complémentaire.

Par ailleurs, dans son approche, Hypothèse se montre très sensible aux mots, aux explications données ou cautionnées par l'adulte. L'idée est de rester dans un niveau de formulation accessible à l'enfant. Les formulations maladroitement provisoires sont acceptées. Pour peu qu'elles soient porteuses de cohérence et de sens par rapport à la situation vécue, elles apparaissent préférables à des explications toutes faites, scientifiques et formelles, certes précises mais formulées dans des termes trop abstraits pour le public concerné. Par exemple, on dira en synthèse, que dans les exercices d'équilibre, on se sent tomber en avant « parce qu'une grande partie du poids n'est plus au-dessus des pieds », plutôt que parce que « la verticale abaissée au centre de gravité ne passe plus par la base de sustentation ».

Il est important de partir du questionnement des enfants, de laisser une grande part à l'expérimentation et d'amener à faire évoluer leur modèle mental en fonction des faits scientifiques observés. Il est indispensable d'associer cette phase au plaisir d'apprendre. « L'apprendre est rarement une question de transmission ou de construction.

C'est un processus de transformation d'idée, de façon de penser. Il part de ce qu'est l'élève et il va paradoxalement à l'encontre de son mode de pensée.»⁹

La dimension culturelle des sciences

Force est de constater qu'il existe une fracture entre l'évolution des sciences et technologies et l'« image » culturelle de celles-ci présente dans la population. Cette évolution n'a pas été accompagnée d'un changement de mentalité capable de donner à chacun les moyens de comprendre cette évolution et surtout de s'y trouver à l'aise.¹⁰

Pour les non-scientifiques, les sciences restent bien trop souvent un ensemble de connaissances inaccessibles qui n'ont pas créé des images mentales substituant les anciennes. Cela implique également des difficultés à exercer un esprit critique citoyen face à la science « omnisciente », laissant aux technocrates le seul pouvoir réel de décision.

Ceci constitue un argument supplémentaire pour promouvoir l'enseignement des sciences orienté vers la science « en train de se faire », la méthodologie par investigation IBSE, en ce qu'elle donne une place importante à l'observation, l'analyse logique des faits et l'esprit critique face aux expérimentations.

1 « L'enseignement scientifique aujourd'hui: une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe », rapport du High Level Group on Science Education sous la présidence de Michel Rocard, avril 2007

2 « L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. Etats des lieux des politiques et de la recherche ». Eurydice, Commission européenne, 2006

3 Le projet Pollen s'est déroulé de 2006 à 2009 dans divers pays européens dont la Belgique. Voir <http://www.pollen-europa.net>

4 voir ADELL Nicolas, 2011

5 voir LATOUR Bruno, 2001

6 voir NARDONE Pasquale, 2011

7 voir sur <http://www.hypothese.be/PageOutilsDidactiques.html>

8 voir <http://www.hypothese.be/PageMethodes.html>

9 In GIORDAN André, 2008

10 voir NARDONE Pasquale, 2010

Bibliographie

ADELL Nicolas, 2011, Anthropologie des savoirs, Armand Collin, collection U, sciences humaines et sociales

Fondation « La Main à la Pâte », 2014, Outils pour l'amélioration d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation, disponible sous <http://www.fondation-lamap.org/fr/printpdf/20232>

Fondation « La Main à la Pâte », 2014, L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Conseils aux enseignants, disponible sous <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/20073/lenseignement-des-sciences-fonde-sur-linvestigation-conseils-pour-les-enseignants>

LATOURE Bruno, 2001, L'espoir de Pandore. Pour une version réaliste de l'activité scientifique, La Découverte, n°255, 2007

GIORDAN André, 2008, Itinéraire de découverte, TPE, travaux croisés... et ma discipline, Revue Café n°21 disponible sous http://www.lides.unige.ch/publi/vulg/Cafe_Pedagogique21.htm

NARDONE Pasquale, 2010, Quelle est la place de la culture scientifique dans les cultures aujourd'hui, Revue Eduquer, n°72 pp 44-46 consultable via le site <http://ligue-enseignement.be/assets/Eduquer-721.pdf>

NARDONE Pasquale, 2011, Dossier L'enseignement des sciences sans douleur, Revue Eduquer, n°81 consultable via le site <http://ligue-enseignement.be/rapport/eduquer-n81-lenseignement-des-sciences-sans-douleur> - [.UmquTSTBOLw](http://www.umqu.tstbolw)

PASQUINELLI Elena, 2014, Du labo à l'école, sciences et apprentissage, Ed. Le Pommier, voir <http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2014/10/07102014Article635482657139878275.aspx>

REVERDY Catherine, 2013, Des projets pour mieux apprendre ?, Dossier d'actualité veille et analyses n° 82, Institut français de l'éducation disponible sous http://keyconet.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=5eae85f4-723a-4c3a-ae45-cce61f5e5c85&groupId=11028