CREAS
Centre de recherche sur l'enseignement
et l'apprentissage des sciences
Université de Sherbrooke

Numéro 3

BULLETIN

du

Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences

Février 2017

BULLETIN Numéro 3

Table des matières

Éditorial

Deux nouvelles reconnaissances scientifiques qui marquent l'évolution de la thématique du CREAS
Abdelkrim Hasni et Johanne Lebrun 3

Dossier thématique

Le développement des modes de pensée à l'école, vers l'identification d'enjeux pour la recherche et la formation
Mathieu Gagnon 6

La pensée historique à l'école : visées et modèles
Sabrina Moisan 8

Peut-on former à une pensée technologique dans l'enseignement général dans le contexte d'un programme intégré des sciences et technologies ?
Fatima Bousadra et Patrick Roy 15

La pensée critique et la pensée créative comme composantes essentielles de la pensée mathématique
Patrick Roy et Yves Schubnel 20

Réflexions sur le développement de la pensée critique à l'école : quelles orientations pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences ?
Abdelkrim Hasni 29

La formation de la pensée à l'école : vers une dialogique entre le générique et le spécifique
Par Mathieu Gagnon 38

Mémoires & thèses soutenus

Description de l'intérêt situationnel d'élèves du secondaire dans le contexte de mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique en classe
Vincent Belletête 46

La démarche de conception technologique dans les pratiques d'enseignement au secondaire au Québec : résultats d'une enquête par entrevues
Brahim El Fadil 49

L'arrimage entre l'histoire et l'éducation à la citoyenneté : quels positionnements dans les journaux grand public québécois ?
Marie-Christine Poulin 52

Publications 55

Membres du comité du Bulletin du CREAS 57

Deux nouvelles reconnaissances scientifiques qui marquent l'évolution de la thématique du CREAS

Abdelkrim Hasni

Johanne Lebrun

Le Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS) a obtenu récemment deux reconnaissances importantes :

1. La subvention du Fonds de recherche du Québec – Société et culture (FRQ-SC) dans le cadre du programme « Équipe de recherche en fonctionnement ». Sur l'ensemble des demandes reçues, le comité d'évaluation a accordé le deuxième rang à la demande du CREAS. La subvention d'infrastructure obtenue est d'une durée de quatre ans (mai 2016 à avril 2020).

2. Le renouvellement de statut de centre pour le CREAS dans le cadre du concours institutionnel de reconnaissance des centres de recherche de l'Université de Sherbrooke (décembre 2015 à mai 2021). Le comité de pilotage de ce concours a accordé au CREAS la cote « Exceptionnel » pour chacun des quatre critères de pertinence : a) l'excellence du dossier de recherche des membres du centre ; b) la complémentarité des expertises des membres du centre ; c) la cohérence des activités de recherche proposées avec le plan stratégique universitaire ; d) la démonstration de la pertinence du centre ainsi que de l'impact anticipé par la programmation scientifique.

Cette double reconnaissance, qui s'inscrit dans la continuité des reconnaissances antérieures (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada [CRSNG], 2005-2010 ; FRQ-SC, 2009-2014 ; UdeS, 2005-2009, 2009-2012 et 2012-2015), a été accompagnée de l'intégration de nouveaux membres et d'une adaptation de la thématique de recherche qui a conduit notamment à renforcer son caractère interdisciplinaire.

La programmation actuelle du CREAS, qui découle de cette évolution de plus de dix ans, est centrée sur des problématiques d'enseignement et d'apprentissage des disciplines scientifiques, en tenant compte des relations entre trois types d'enjeux : des enjeux épistémologiques (la nature des savoirs scientifiques ; les processus de leur production et de leur validation), des enjeux cognitifs (les démarches d'enseignement dans leur relation avec l'apprentissage et l'intérêt des élèves pour les sciences) et des enjeux sociaux (les problématiques sociales qui interpellent les sciences comme la santé, l'environnement et la citoyenneté). Par disciplines scientifiques nous entendons celles qui permettent de comprendre et d'entrer en relation avec le monde naturel et technique (science et technologie, dans les programmes scolaires) et avec le monde humain et social (sciences humaines et sociales [l'histoire, la géographie et l'éducation à la citoyenneté], dans le programme scolaire). Si ces disciplines scolaires contribuent à la formation des élèves en s'intéressant à des réalités considérées distinctes et interdépendantes (naturelle, technique, humaine et sociale), elles ont en commun le fait qu'elles s'appuient sur un rapport empirique au monde (Audigier, 2015 ; Hasni, 2011 ; Lebrun et Lenoir, 2009 ; Lenoir, 2014), tout en véhiculant des enjeux sociaux (Audigier, 2015 ; Hasni et Lebeaume, 2010 ; Lenoir, 1992). Trois axes interreliés orientent les projets de recherche et les publications qui en découlent, ainsi que les mémoires et thèses des étudiants.

Axe 1 : Les démarches d'enseignement-apprentissages des disciplines scientifiques

Dans cet axe, les études se penchent sur les démarches utilisées dans les classes de sciences, particulièrement les démarches spécifiques à ces disciplines (démarches d'investigation scientifique et de conception technologique ; résolution de problèmes ; exercice de la pensée critique; etc.) et les approches intégratives (ex. : enseignements par projet et interdisciplinaire).

Axe 2 : L'éducation scientifique et les enjeux sociaux

L'étude de ces enjeux est considérée sous l'angle des éducations à... (la santé, l'environnement et la citoyenneté). De manière spécifique, le CREAS vise l'étude de la contribution des disciplines scientifiques à l'éclairage de ces problématiques sociales.

Axe 3 : L'intérêt des apprenants pour les disciplines scientifiques

Les activités de recherche qui structurent cet axe visent, d'une part, la description des facteurs qui influencent cet intérêt et, d'autre part, l'étude de l'effet de certaines variables scolaires (ex. : démarches d'enseignement) sur son développement.

Le présent numéro thématique s'inscrit dans cette évolution en traitant d'une problématique à l'intersection des différentes disciplines contributrices. Il traite de la pensée critique, vue sous l'angle des sciences, de la technologie, de l'histoire ainsi que d'un de point de vue transversal.

RÉFÉRENCES

Audigier, F. (2015). *Éducation à ....* et préparation à la vie. *In* F. Audigier, A. Sgard et N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Sciences de la nature et sciences du monde social : quelles recompositions disciplinaires pour former au monde de demain?* (p. 11-24). Bruxelles : De Boeck Université.

Hasni, A. et Lebeaume, J. (2010). *Nouveaux enjeux de l'éducation scientifique et technologique: visées, contenus, compétences et pratiques.* Ottawa: Presses de l'Université d'Ottawa.

Hasni, A. (2011). Problématiser, contextualiser et conceptualiser en sciences *:* point de vue d'enseignants du primaire sur leur pratique de classe. *In* A. Hasni et G. Baillat (dir.), *Pratiques d'enseignement des sciences et technologies : Regards sur la mise en œuvre des réformes curriculaires et sur le développement des compétences professionnelles des enseignants* (p. 105-140). Reims : Éditions et presses universitaires de Reims.

Lebrun, J. et Lenoir, Y. (2009). La démarche de conceptualisation. *In* J. Lebrun et A. Araújo-Oliveira (dir.), *L'intervention éducative en sciences humaines au primaire: des fondements aux pratiques* (p. 93-117). Montréal: Chenelière éducation.

Lenoir, Y. (2014). La tensión entre instrucción y socialización en las prácticas de enseñanza de primaria de Quebec: ¿hacia una deriva terapéutica ? *Trace*, 65, 81-97.

Lenoir, Y. (1992). De la fonction sociale des sciences humaines au primaire – Réaction à l'article "Les sciences humaines : une solution à la violence?". *Traces, Revue de la société des professeurs d'histoire du Québec*, 30(2), 16-20.

Commenter l'article

Les textes qui composent ce dossier thématique constituent une première étape dans la réflexion sur le sujet. Les commentaires et les réflexions qu'ils susciteront permettront aux auteurs qui le souhaitent de les reprendre dans des publications futures.

Le développement des modes de pensée à l'école, vers l'identification d'enjeux pour la recherche et la formation

Mathieu Gagnon

Depuis 2001, les institutions d'enseignement et de formation doivent composer avec des programmes centrés sur le développement des compétences. Or, pour le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur (MEES) du Québec, « [p]rivilégier les compétences, c'est inviter à établir un rapport différent aux savoirs et à se recentrer sur la formation de la pensée » (Gouvernement du Québec, 2001, p.4). C'est donc dire qu'au centre de ces programmes devrait se retrouver une préoccupation explicite pour la formation de la pensée des apprenants. Il s'agit d'ailleurs de l'une des orientations du *Programme de formation de l'école québécoise* (PFÉQ), à savoir celle consistant à intégrer les connaissances disciplinaires au développement d'habiletés complexes, une orientation qui « invite [...] à réaffirmer et à renforcer la fonction cognitive de l'école en la situant dans une visée de formation de la pensée » (MÉQ, 2001, p. 3). Mais qu'entendons-nous au juste par « formation de la pensée » ? De quelle nature cette formation devrait-elle être (générique; transversale; spécifique; située; disciplinaire) ? S'agit-il, comme le Ministère l'indique, d'une formation à *la pensée*, ou devrions-nous plutôt parler de formation *aux pensées* ou à différents *modes* de pensée ? Encore faudrait-il, au préalable, définir ce que nous entendons par *acte de penser*, et ce, que ce soit en général ou de manière spécifique, lorsque nous pensons *dans* un domaine en particulier, avec tout ce qu'il comprend de normes, de démarches, de présupposés théoriques, de cadres implicites ou explicites, etc.

Malheureusement, sur ces questions, le PFÉQ demeure peu bavard… D'ailleurs, à l'intérieur de ce programme, le recours au terme « pensée » réfère à des objets fort variés. En effet, il y est question de courants de pensée, de modes de pensée, de stratégies de pensée, de systèmes de pensée, d'outils de pensée et d'habiletés de pensée; il y est également question d'expression de sa (ses) pensée(s) ou de pensées, de structuration, d'exercice, de mise en œuvre, de construction, d'organisation, d'élaboration, de clarification, d'explicitation et de développement de sa (ses) pensée(s) ; finalement, le MEES fait appel à des notions telles que pensée autonome, pensée critique, pensée créatrice, pensée divergente, pensée convergente, pensée intuitive, pensée scientifique et technologique, pensée mathématique, pensée algébrique, pensée probabiliste, pensée géométrique et pensée historique. Mais au final, le MEES en dit très peu sur ce que nous devons faire de tout cela, sur les manières dont il est possible d'organiser ces diverses acceptions et, a fortiori, des les inscrire à l'intérieur d'une perspective de formation.

Nous demeurons persuadés de l'importance de la formation de la pensée des élèves, tant son exercice semble être l'un des principaux leviers à partir duquel nous effectuons des apprentissages, prenons des décisions et agissons. Seulement, poursuivre une telle formation impose un exercice de clarification au sujet de la pensée elle-même et des moyens de la développer. À cet égard, le simple fait de considérer la grande variété des « types » (ou « modes » ?) de pensée qu'il est possible d'identifier (outre ceux mentionnés précédemment, nous pourrions ajouter les pensées attentive, éthique, algorithmique, statistique, systémique, environnementale, logique, rationnelle, technique, musicale, spirituelle, analytique, intégrée, visuelle, réflexive, spatiale, métacognitive, responsable, etc.) annonce un certain niveau de complexité avec lequel une réflexion sur cette question devra composer. Bien qu'il existe divers travaux touchant l'un ou l'autre de ces « types/modes/éléments » de [la] pensée, ceux-ci demeurent la plupart du temps cloisonnés et aucun, à notre connaissance du moins, ne propose de les mettre en dialogue.

Le présent dossier thématique se veut une première exploration, de nature plus conceptuelle, des questions relatives aux modes de pensée à l'école associés à des enjeux éducatifs. Comme vous pourrez le constater, cette incursion s'articule autour de deux volets, à la fois distincts et complémentaires. D'abord, certains auteurs, dont Moisan, Bousarda et Roy, s'intéressent plus particulièrement à la description d'éléments dits constitutifs de certains modes de pensée disciplinaires. Ainsi, ils tentent en quelque sorte de répondre à la question « De quoi s'agit-il ? », une question qui est orientée, d'une part, vers la pensée historique (Moisan), et, d'autre part, vers la pensée technologique (Bousarda et Roy). Ensuite, Hasni, Roy et Schubnel ainsi que Gagnon abordent cette thématique en accordant une attention plus particulière à la tension existant entre le caractère générique ou spécifique de certains types, modes ou éléments de la pensée (et par là même des enjeux liés à leur développement). Cette question de la généricité ou de la spécificité des modes ou éléments de la pensée est abordée, dans un premier temps, par le biais d'une réflexion sur la place de la pensée critique et/ou créatrice, que ce soit en lien avec la pensée scientifique (Hasni) ou la pensée mathématique (Roy et Schubnel). Quant à Gagnon, il aborde la question de la formation de la pensée en général, tout en s'intéressant également à cette tension épistémologique, voire éducative, entre le générique et le spécifique.

Commenter l'article

MEQ. (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement préscolaire et primaire.* Québec : Bibliothèque Nationale du Québec.

La pensée historique à l'école : visées et modèles

Sabrina Moisan

Dans les dernières décennies, l'enseignement de l'histoire a connu un changement de paradigme en passant d'une pratique magistro-centrée où la transmission d'un récit historique univoque se fait du maître aux élèves, à une vision constructiviste où le développement de la capacité des élèves à penser historiquement est au cœur de l'enseignement. Dans ce contexte, les élèves devraient développer non seulement des savoirs déclaratifs et une certaine vision du passé, mais également une capacité à prendre en compte le mode de production du savoir historique tout autant qu'à exercer eux-mêmes une réflexion propre à la pensée historique.

Certaines caractéristiques de l'histoire scolaire sont ainsi apparues comme étant particulièrement importantes. Parmi elles, la nécessité de développer un rapport au temps et à la durée, qui n'est pas inné, est au fondement de la réflexion historique et aussi la source des difficultés rencontrées par les élèves[1]. L'histoire scolaire invite aussi à développer un rapport à soi et aux autres, qui initie l'élève à l'altérité. Elle renseigne par ailleurs sur les dynamiques sociales, dont les raisons derrière les luttes et les combats menés par les sociétés passées. Ce qui permet à l'élève de comprendre son lien avec les générations précédentes ou de constater ce qui le distingue de celles-ci. L'étude de l'histoire invite l'élève à bonifier son système d'explication du monde en tenant compte des spécificités contextuelles, mais en lui permettant également de construire des généralisations appuyées sur l'étude de situations similaires survenues à des moments différents ou dans des lieux distincts (Lautier, 1997).

Ce type d'enseignement de l'histoire, centré sur le développement d'une capacité à penser à la manière de l'historien(ne), rend compte d'un rapport au savoir historique conçu comme une construction, une interprétation, qui peut être produite par les élèves au terme d'un travail méthodique. Cette visée épistémologique favoriserait l'exercice en classe d'un travail historien et la

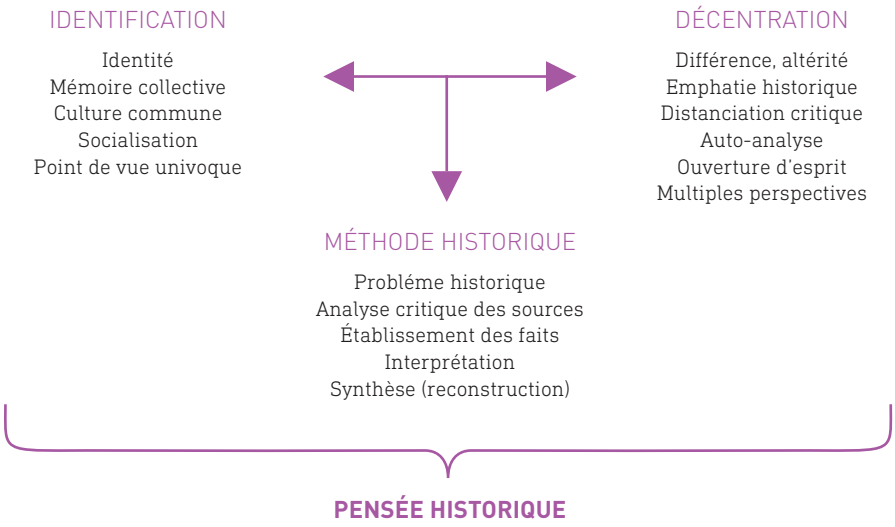
[1] L'espace imparti pour ce texte ne nous permet pas d'approfondir ce point, mais il faudrait également souligner que le rapport au temps est culturellement ancré et véhicule ainsi une certaine vision du monde et de l'ordre des choses qui ne sont pas universelles.

mise en pratique de son mode de pensée. L'acquisition de cette pensée historique permettrait enfin aux élèves d'exercer un jugement complexe et nuancé en tant que citoyens critiques et autonomes.

Les recherches sur le sujet sont nombreuses. Ainsi, près de 100 000 écrits datant de vingt-cinq ans ou moins apparaissent sur Google Scholar pour une recherche avec les mots-clés suivants : pensée historienne (1 000), pensée historique (2 500), *historical thinking* (21 000), *thinking historically* (3 300), *compréhension historique* (1 600), *historical understanding* (70 000), *littératie historique* (7), *historical literacy* (2 270). À cela, il faudrait ajouter un concept de plus en plus prisé, soit la conscience historique (8600) ou *Historical conscisouness* (56 000), qui est considéré par certains comme un synonyme de pensée historique.

Afin de rendre compte du processus d'apprentissage de l'histoire dans une perspective de développement de la pensée historique, nous proposons le schéma suivant exposant notamment la relation entre deux pôles en tension, soit celui de l'identification et celui de la décentration. La prise en compte des deux pôles permet, à notre avis, de construire une interprétation du passé et une compréhension de l'histoire qui rende compte de la complexité des enjeux et permette de construire une vision critique du passé. Cette relation entre identification et décentration s'effectue notamment par l'usage de la méthode historique, tel que l'illustre le schéma suivant.

Dynamique de l'apprentissage de l'histoire scolaire dans une perspective de développement de la pensée historique



Le pôle de l'identification, qui relève en bonne partie d'une expérience empirique, comprend plusieurs rapports informels et normatifs au passé. Parmi eux, la mémoire collective, l'identité et l'appartenance, la culture commune et une certaine vision du passé collectif sont des manifestations de la culture historique « populaire » (Seixas, 2016). Ce pôle est constitué des discours sur la nation, des lieux de mémoires, des films, téléséries ou romans historiques rappelant les hauts-faits passés, des visites au musée, des conversations familiales, etc. Ces expressions publiques du passé contribuent à définir l'identité de l'élève et à lui offrir quelques repères concernant le passé collectif (Conrad et al., 2013). Cette vision partagée et parfois floue du passé est habituellement mise en forme dans un grand récit collectif univoque. C'est en tout cas le cas au Québec francophone (Létourneau et Moisan, 2004). Ces éléments constituent un déjà-là à partir duquel les élèves aborderont l'histoire à l'école.

L'identification comprend également des composantes qui demandent une initiation formelle, c'est-à-dire dans le cadre scolaire, aux savoirs jugés essentiels par une société à un moment donné de son histoire. Ces savoirs sont prescrits dans les programmes scolaires et peuvent être de tout ordre. Ils contribuent à socialiser les élèves et à construire une culture commune.

Le second pôle, la décentration, permet de se distancier du pôle de l'identification ou plutôt de questionner ses composantes, afin de se rapprocher d'un mode de pensée plus critique, systématique, voire systémique (Bermudez, 2014). Les composantes de la décentration sont majoritairement développées dans le cadre d'une éducation historique formelle. La décentration renvoie ainsi à une mise à distance de sa propre personne et de ses idées, afin d'envisager le passé du point de vue d'autres personnes ou d'angles jusqu'alors inexplorés. Apprendre l'histoire dans ce contexte implique de développer quelques attitudes comme l'empathie historique, qui consiste grosso modo à juger sans imposer ses propres valeurs aux sociétés du passé, ou encore l'ouverture d'esprit face aux autres cultures, valeurs, sociétés, etc.

Le passage de l'identification à la décentration (processus itératif, par ailleurs) serait facilité par l'utilisation de la méthode historique, habituellement présentée comme un processus de réflexion basé sur le modèle hypothético-déductif (Martineau, 2002), invitant l'élève à parcourir différentes étapes d'une démarche d'analyse : prendre connaissance d'un problème (ou formulation d'un problème), construire une hypothèse, procéder à l'analyse critique de documents (primaires, secondaires, textuels ou iconographiques), interpréter les faits dégagés, synthétiser (Wineburg, 2001).

Cette dynamique de l'enseignement-apprentissage de l'histoire permettrait d'entretenir une vision du passé compris comme une construction, socialement partagée, mais non définitive. Elle permettrait aussi d'envisager diverses perspectives et de tolérer les contradictions et débats entourant les interprétations historiques (Seixas, 2000).

Plusieurs modèles de démarche historienne sont proposés par les spécialistes de l'enseignement de l'histoire. Nous en présenterons deux qui ont une grande influence en Amérique du Nord, ainsi qu'un troisième, développé au Québec, et qui a été adopté par le ministère de l'Éducation lors de la rédaction des programmes du renouveau pédagogique dans les années 2000.

Modèle 1. Les six concepts de la pensée historique

(développé par Peter Seixas et autres, tels Carla Peck (2004) ou Stéphane Lévesque (2009))

Pour le canadien Peter Seixas (2012), la pensée historique équivaut à la conscience historique, car elles seraient toutes deux un rapport qu'entretient l'individu avec le passé, dans le présent, pour orienter ses actions et ses décisions dans l'avenir. Dans ce modèle inspiré notamment des travaux anglais de Peter Lee (2004) sur les *second-order* concepts nécessaires à la compréhension historique, Seixas et son équipe envisagent la pensée historique comme l'aboutissement d'un processus en six étapes que réalisent les élèves en classe :

Établir la pertinence historique	Il s'agit de déterminer ce qui est pertinent (un événement, un document, un personnage, etc.) en fonction des objectifs et de la perspective adoptée par l'élève.
Utiliser les sources primaires	Le travail avec les documents de toutes sortes est incontournable en classe d'histoire. Un travail de critique des sources (contexte de production et contenu du texte) permet de dégager des faits historiques (événements, points de vue d'acteurs, etc.). Ceux-ci sont alors replacés dans leur contexte historique et interprétés.
Définir la continuité et le changement	Penser l'histoire, c'est aussi chercher à expliquer l'évolution des sociétés en s'arrêtant à ce qui demeure similaire (la continuité) dans les moments de changements et vice-versa. Cet exercice, qui peut se faire dans une perspective synchronique ou diachronique, permet notamment de comprendre que l'histoire n'est pas qu'une liste de faits.
Analyser les causes et les conséquences	Les raisons poussant les individus à agir sont souvent multiples. Afin de les comprendre, il est nécessaire de considérer le contexte, de tenir compte du pouvoir d'action et des motivations des individus, des groupes. Pour ce faire, il est suggéré de faire varier les échelles temporelles d'analyse, de même que de rechercher des causes et des conséquences multidimensionnelles (sociales, politiques, économiques, culturelles, individuelles, collectives, etc.). Une fois les listes de causes et conséquences établies, l'élève est invité à évaluer l'ordre de priorité de ces causes et conséquences.
Adopter une perspective historique	Pour bien comprendre les enjeux historiques, il est suggéré d'analyser le contexte social, culturel, économique, émotionnel, intellectuel, etc., d'envisager différentes perspectives (points de vue), même contradictoires et de travailler l'empathie historique.
Comprendre la dimension éthique des interprétations historiques	L'apprentissage de l'histoire devrait enfin permettre de réfléchir aux questions du devoir de mémoire, de la responsabilité et reconnaissance des torts commis par une société dans le passé. De même, l'élève doit effectuer un jugement des interprétations historiques en tenant compte des valeurs et du contexte d'une époque.

Ce modèle, relativement facile à transposer en classe, est en voie de s'imposer partout au Canada au fur et à mesure que les programmes scolaires sont rénovés. Même au Québec, les nouveaux programmes d'histoire du Québec et du Canada utilisent le vocabulaire du modèle de Seixas, mais sans toutefois le nommer et sans le reprendre dans les compétences qu'il propose.

Modèle 2. Le modèle *Reading like a historian* et *historical thinking matters* https://sheg.stanford.edu/htm

Les travaux étatsuniens de Samuel Wineburg (2001) et ses collaborateurs s'appuient sur l'idée que penser historiquement n'est pas un acte inné, car pour eux, la pensée propre à l'histoire s'appuie principalement sur une lecture sophistiquée et critique des textes et des images historiques. Ce mode de pensée permettrait également aux élèves de critiquer et de construire des récits.

L'enseignement de l'histoire selon cette approche se fait en suivant une démarche itérative en quatre étapes accomplies par les élèves :

1. Faire la critique des sources (*Sourcing*) : établir le contexte de production (auteur, motif, point de vue, date, lieu, véracité des propos, fiabilité du document).
2. Contextualiser (*Contextualization*) : faire ressortir les caractéristiques du contexte et les mettre en lien avec le contenu de la source.
3. Corroborer les documents et les faits (*Corroboration*) : procéder à une comparaison avec d'autres documents, leur contenu, leurs points de vue, leur crédibilité, etc.
4. Exécuter une lecture en profondeur (*Close reading*) : faire ressortir les arguments, preuves, vocabulaire, images utilisées pour rendre compte de la perspective de l'auteur.

Une fois ces étapes réalisées, les élèves seraient en mesure de répondre à une question historique complexe ou de construire eux-mêmes un récit sur l'événement étudié.

Modèle 3. La pensée historique de Martineau (1999, 2002)

Pour Martineau, la pensée historique est composée du langage propre à l'histoire, ses concepts, ses repères de temps, de durée, ses catégories, etc. Il faut savoir nommer le passé pour le réfléchir décemment. Plus qu'une simple utilisation de la ligne du temps, construire un rapport au temps et à la durée nécessite de pouvoir situer, puis caractériser les différentes périodes, de reconnaître les particularités d'un contexte donné, etc. (Johnson, 1975). La prise en compte de la dimension temporelle des phénomènes sociaux permet, par exemple, de comprendre pourquoi les mêmes moyens de production n'ont pas le même effet sur un individu si on le change de contexte. Ainsi, savoir contextualiser permet de comprendre pourquoi être cordonnier au 18e siècle ne signifie pas la même chose que l'être aux 19e ou 20e siècles. De même, il est utile de savoir que la philosophie des Lumières précède les révolutions américaine et française. Cela élargi et enrichi le cadre d'analyse de l'événement et donne une cohérence à la pensée.

La pensée historique nécessite également une attitude spécifique d'ouverture aux réalités différentes, aux contextes divers. Le passé peut en effet être envisagé comme une terre étrangère, où les sociétés étudiées, qu'elles soient d'ici ou d'ailleurs, véhiculent des systèmes de valeurs, des visions du monde et des modes de vie différents de ceux de l'élève, qui doit être en mesure de les considérer lorsqu'il interprète les actions passées (Lowenthal, 1985). L'étude de l'histoire demande de mettre en œuvre une empathie historique et une perspective critique au sujet des interprétations et des faits étudiés.

Enfin, la pensée historique s'appuie sur une démarche méthodologique mobilisant les deux autres composantes de la pensée (attitude et langage). Cette démarche, conçue selon le modèle de l'histoire-problème, consiste en l'analyse critique des sources historiques soumises aux élèves, à l'établissement des faits, à leur ordonnancement, puis à la création d'interprétations visant à répondre à une hypothèse préalablement formulée.

Les programmes d'histoire du renouveau pédagogique ont adopté ce modèle dans l'élaboration de deux des trois compétences disciplinaires qui misent sur la problématisation (CD1), la méthode historique et l'interprétation (CD2).

Conclusion

Le portrait dressé ici laisse dans l'ombre bien des dimensions de l'enseignement de l'histoire. Notamment, la question de l'importance de la pensée narrative pour l'apprentissage de l'histoire (Lautier, 1997 ; Lévesque, 2014), qui est incluse dans les modèles de la pensée historique, mais que nous n'avons suffisamment développée.

Par ailleurs, il faudrait souligner que le développement de la pensée historique n'est pas nécessairement la réponse à tous les défis posés à l'enseignement de l'histoire dans une société pluraliste. En effet, ces modèles ne permettent pas nécessairement de sortir du cadre de la mémoire collective. L'histoire est complexe et recèle des enjeux moraux, éthiques, idéologiques importants, qui doivent être discutés et qui peuvent être laissés de côté au profit d'une démarche d'analyse qui a le potentiel de stériliser les débats, si elle est appliquée de manière trop mécanique. Avec ses étapes à suivre, si l'on n'y prend pas garde, la démarche liée à la pensée historique peut être appliquée machinalement (on répond aux questions : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?) et reproduire un apprentissage objectiviste de l'histoire.

Commenter l'article

RÉFÉRENCES

Bermudez, A. (2014). Four Tools for Critical Inquiry in History, Social Studies, and Civic Education, *Revista de Estudios Sociales*, 52, 102-118.

Conrad, M., K. Ercikan, G. Friesen, et coll. (2013). Canadians and Their Past, Toronto: University of Toronto Press, 248 p.

Johnson, M. (1975). « Le concept de temps dans l'enseignement de l'histoire », *Revue d'Histoire de l'Amérique Française*, 28(4).

Lautier, N. (1997). *À la rencontre de l'histoire*, Lille : Septentrion.

Lee, P. (2004). « Understanding History », dans Seixas (dir.) *Theorizing Historical Consciousness*, Toronto: University of Toronto Press, p.129-164.

Létourneau, J. et S. Moisan (2004). « Mémoire et récit de l'aventure historique québécoise chez les jeunes Québécois d'héritage canadien-français », *Canadian Historical Review/Revue d'histoire canadienne*, juin 2004.

Lévesque, S. (2009). T*hinking Historically. Engaging Students for the 21st Century*, Toronto: University of Toronto Press, 240 p.

Lévesque, S. (2014). « Pourquoi se raconter des histoires? L'importance d'enseigner la pensée narrative », *Thèmes canadiens*, (Automne 2014), pp. 5-11.

Lowenthal, D. (1985). *The Past is a Foreign Country*, Cambridge: Cambridge University Press.

Martineau, R. (1999). L'histoire à l'école, matière à penser..., Montréal/ Paris : L'Harmattan.

Martineau, R. (2000). « La pensée historique... une alternative réflexive précieuse pour l'éducation du citoyen », dans Lafortune (dir.) *Pour une pensée réflexive en éducation*, Québec : Presses de l'Université du Québec, p. 281-309.

Seixas, P. (2000). « Schweigen! Die Kinder! Or Does Posmodernist History Have a Place in the School ? », dans Stearns, Seixas, Wineburg (dir.) Knowing, teaching & Learning History. National and International Perspectives, New York: New York University Press.

Seixas, P. (2012). *The Big Six*, Vancouver: Nelson College Indigenous, 200 p.

Seixas, P. (2016). "A History/Memory Matrix for History Education", *Public History Weekly, Multilingual blogjournal,* téléaccessible : http://public-history-weekly.oldenbourg-verlag.de/4-2016-6/a-historymemory-matrix-for-history-education/

Wineburg, S. (2001). *Historical Thinking and Other unnatural acts. Charting the future of teaching the past*, Philadelphia: Temple University Press, 255 pages.

Peut-on former à une pensée technologique dans l'enseignement général dans le contexte d'un programme intégré des sciences et technologies ?

Fatima Bousadra

Patrick Roy

Introduction

Depuis environ une décennie, les réformes éducatives internationales ont conduit à une reconfiguration majeure de l'enseignement des sciences dans les pays de l'OCDE. Celui-ci est désormais un enseignement intégrant l'éducation technologique dans le cadre de programmes intitulés différemment selon les contextes éducatifs de chaque pays : *la science et la technologie* ; *Science and technology; Sciences, Technology and Engineering*, etc. Aux États-Unis, par exemple, les nouveaux standards, NGSS (*Next Generation Science Standards*), comportent des éléments liés explicitement aux domaines des sciences du génie : « *practices and core disciplinary ideas from engineering alongside those for science, raising the expectation that science teachers will be expected to teach science and engineering in an integrated fashion* » (National Council of Research, 2014, p.2). Au Québec, les prescriptions officielles adoptent des orientations semblables. Ainsi, outre les différentes disciplines scientifiques, les programmes de *la science et la technologie*[1] du secondaire incluent désormais « divers champs d'applications technologiques [...] (la technologie de conception mécanique et les technologies médicales, alimentaires, minières, etc.) » (Gouvernement du Québec, 2004, p. 267).

Bien que les débats entourant la légitimation et les modalités d'intégration de ces objets référant explicitement aux pratiques sociales en industrie dans les programmes d'enseignement

[1] Désignation adoptée par le Ministère de l'éducation québécois depuis 2001.

général soient encore d'actualité [2], leur inscription et la place qu'ils occupent dans les programmes témoignent d'une tendance vers une légitimation sociale de leur potentiel éducatif avec des finalités variées, voire éclatées : opportunité pour contextualiser des savoirs scientifiques à travers leurs applications, acculturation au monde technique ; lieu d'exploration des préférences des élèves en vue de leur orientation future ; lieu de « récupération » de ceux qui ne se retrouvent pas dans les enseignements scientifiques; développement de l'élève sur le plan intellectuel (par des tâches de conception, création, résolution de problèmes, etc.), etc.

Tant au niveau curriculaire global qui organise les conditions de rencontre de l'élève avec le monde de la technologie dans un contexte institutionnel qu'au niveau de la classe, les choix des dispositifs de formation de l'élève reposent sur le présupposé explicite ou implicite que cette éducation contribue au développement d'une pensée caractéristique de ce monde. Un enseignement mobilisant des activités « technologiques » permettrait, selon les auteurs, l'acquisition d'une discipline de pensée par : 1) l'acquisition d'une logique des fonctions de type technique ; 2) le développement des facultés d'observation ; 3) l'acquisition de l'aptitude à distinguer le modèle théorique de l'objet réel ; 4) le développement du sens de la responsabilité en montrant qu'un objet est toujours le résultat d'un choix parmi plusieurs solutions possibles (Deforges, 1970 ; De Vries, 2005).

Dans ce texte, nous présentons quelques caractéristiques de cette pensée que nous désignons par pensée technologique [3]. À l'instar de Radford [4] (2015), nous partons de la prémisse selon laquelle l'étude didactique de la pensée implique certes la prise en compte de la pensée du sujet pensant, mais elle exige aussi la prise en considération de la particularité de l'activité mobilisant la pensée, une sorte de *pensée culturelle*, qui « ne peut pas se réduire à la pensée d'un individu : elle transcende celui-ci » (Radford, 2015, p. 2). En rappelant les déterminants épistémologiques de la pensée technologique, nous voulons attirer l'attention, surtout dans le contexte québécois, sur les enjeux entourant l'idée ou l'idéal d'une transposition dans l'enseignement général de cette forme de pensée.

Un rapport complexe au monde des techniques

Comme le suggère Lebeaume (2000), plutôt que de définir la technique, « ce qui risque de n'aboutir à « l'impossible définition », il est préférable de proposer une description du monde de la technique » (p.84). Or, poursuit-il, la réalité technique n'existe pas de fait, elle se présente par des artefacts, « "ces choses" » artificielles essentiellement imaginées et produites par l'Homme pour satisfaire ses besoins et conquérir la nature » (p.84). Mais, comme le mettent en évidence les travaux en histoire et en philosophie des techniques (Cambarnous, 1984 ; De Vries, 2005 ; Gilles, 1969 ; Deforges, 1985), si l'existence des objets, des machines et des équipements constitue la partie la plus visible, les techniques ne se réduisent pas à ces créations matérielles. Il faut y ajouter l'examen des objets et « la reconnaissance des méthodes de pensée et de cheminement qui ont abouti aux réalisations » (Cambarnous, 1984, p.21).

[2] Hörner (1986) notait en ce sens que l'école a pour système de référence la Science, qui possède une structure analytique et une approche disciplinaire, ce qui n'est pas le cas en technologie.

[3] Contrairement à l'usage anglo-saxon du terme *Technology* (qui englobe celui de technique), son utilisation en langue française est connotée idéologiquement. En effet, le terme technique a une acception associée au travail manuel, concret opposé à théorique, ce qui le dévalorise. L'ajout du suffixe, logie, serait d'ailleurs une tentative pour mettre de l'avant la dimension scientifique dans le traitement de la situation technique, rendant ainsi la technique « plus scientifique », plus noble.

[4] Les travaux de cet auteur portent sur la pensée mathématique.

De plus, si l'ensemble constitué des objets créés, des méthodes et du processus d'évolution de ces objets est un tout, il n'est pas isolé, il dépend fortement de toutes les circonstances économiques, sociales et politiques extérieures (*ibid*.). De ce point de vue, cet ensemble possède une logique qui lui est propre et des traits distinctifs qui rendent l'activité qui s'y inscrit différente des autres activités humaines (*ibid*.). Dans le même sens, d'autres écrits (Cambarnous, 1969 ; Deforges, 1970 ; Gilles, 1969) soulignent que ce qui distingue cette activité, c'est son caractère de technicité qui exige fondamentalement « des associations de connaissances raisonnées et empiriques, toutes éprouvées par la pratique, qui assurent l'efficacité de l'action » (Cambarnous, 1984 ; p. 29). Bien que les entrées des auteurs pour définir ce type d'activité varient, on peut relever une convergence vers trois composantes indissociables :

1. une composante épistémologique, *la rationalité technique* dans sa forme particulière de réflexion. Celle-ci suppose des habitudes de pensée bien définies comme « la recherche systématique d'une véritable connaissance rationnelle des objets techniques, c'est une discipline de l'esprit [...] » (Cambarnous, 1984, p. 39). Ce mode de pensée se traduit généralement par des habitudes de raisonnement comme l'analyse logique, l'analyse systématique des problèmes (*trouble shooting*), le fractionnement des problèmes à résoudre, l'obligation de la reproductibilité, le primat de l'action efficace, etc. En effet, la logique technique n'est pas issue d'un instinct ou d'une intuition, elle est raisonnée, car basée sur une analyse systématique du problème ne rejetant aucune facette de celui-ci. Par exemple, en construction mécanique, la réponse au besoin d'obtenir un trou n'est pas uniquement d'enlever de la matière, elle peut être également de mettre de la matière autour d'un vide, tout dépend des contraintes (Deforges, 1970 ; Gilles, 1969). Celles-ci sont l'effet de l'action (ou réaction) du milieu. Ainsi, contrairement à la création artistique pour laquelle des contraintes et des relations sont issues d'une théorie rigoureuse, mais arbitraire, l'objet technique est soumis à un système de conditions imposées par sa nature physique et les lois auxquelles elle obéit (Deforges, 1985).

2. une composante matérielle qui renvoie à la nécessité de l'emploi d'objets, *engins* (équipements, etc.) comme médium entre des intentions et des actions.

3. une composante sociale traduisant la spécialisation des individus et des groupes dans l'exécution de l'activité (concepteur, analyste, opérateur, dessinateur, utilisateur, etc.), ce que les auteurs désignent par *les rôles sociaux ou sociotechniques* (Cambarnous, 1984 ; Deforges, 1970 ; Gilles, 1969 ; Martinand, 1995).

On peut ajouter une autre composante nécessaire dans l'activité technique, à savoir l'utilisation d'un graphisme technique (Rabardel et Weill-Fassina, 1987). En effet, celui-ci est le support de la création ou de la recherche depuis les premiers croquis fonctionnels jusqu'aux dessins achevés (*ibid.*). Cette dimension sémiotique permet de déplacer le problème technique en question du monde réel au monde virtuel moins coûteux.

Intérêts éducatifs de ce type de pensée

C'est dans la perspective de développer des aptitudes et des attitudes semblables à celles reconnues pour l'activité technique que le champ éducatif a tenté de mettre en place dans le système scolaire des dispositifs faisant de ces activités des moyens éducatifs. Les activités scolaires doivent ainsi permettre d'initier l'élève aux dimensions suivantes : 1) la connaissance de la fonction et du but d'un objet ; 2) la compréhension des principes scientifiques et des procédés techniques qu'il renferme dans sa conception et dans sa réalisation ; 3) la connaissance de sa place dans le monde technique ; 4) la réflexion sur ses impacts sur la société et sur les individus.

Or, comme évoqué plus haut, les visées associées à l'éducation technologique sont multiples. À cela s'ajoutent d'autres contraintes comme la formation déficiente au niveau du personnel enseignant, le flou entourant la nature de ses liens avec l'éducation scientifique[5]. La combinaison de ces facteurs mène à plusieurs confusions lors de la mise en œuvre. Comme le montrent plusieurs recherches francophones et anglophones, l'état actuel de l'enseignement technologique met en évidence des glissements et des écueils importants, allant jusqu'à le dénaturer. Pour Lebeaume (2012) ainsi que Bybee (2000), il est tantôt réduit à « sciences + internet » en référence aux nouvelles technologies d'information et de communication, tantôt à « éducation scientifique + exercices d'habiletés manuelles ». Au Québec, l'analyse des pratiques des enseignants montre que les tâches d'apprentissage proposées aux élèves peuvent parfois se transformer en activités de jeu et de bricolage (Bousadra et Hasni, 2012) ou en activités scientifiques déguisées (Bousadra, Hasni, Lefebvre et Marcos, 2011).

Pourtant, dès les années 80, les travaux en didactique de la technologie (Martinand, 1984, Lebeaume, 2000) ont permis de mettre au point des savoirs qui répondent encore, à notre avis, aux problèmes qui se posent actuellement, que ce soit au niveau curriculaire ou au niveau de la formation des enseignants (Lebeaume, 2001). Tout en reconnaissant l'écart obligatoire entre l'école et l'industrie, le concept de pratiques sociotechniques de référence par exemple, propose d'examiner « la cohérence des éléments du curriculum en fonction d'un choix préalable : garantir une certaine authenticité des activités scolaires par rapport aux activités industrielles » (Martinand, 1984, p. 233). Ce concept, qui exprime d'un point de vue opérationnel, la volonté de former à une pensée technologique, met en évidence des repères pour contrôler finement l'écart entre la tâche scolaire et la tâche industrielle de référence.

En terminant, l'explicitation des caractéristiques de la pensée technologique dans le cadre scolaire nous semble également une avenue pour ramener l'attention sur l'importance de distinguer : 1) une éducation technologique d'une éducation scientifique dans le contexte d'un enseignement intégré ; 2) une éducation des jeunes dans le cadre de l'enseignement général de celle d'un enseignement professionnel.

[5] L'espace de ce texte ne nous permet pas d'élaborer davantage. Notons simplement que, tel que l'explique Deforges (1970), même si la pensée scientifique est intimement liée à la pensée technique, ces deux formes de pensée diffèrent, « le scientifique cherche une structure générale alors que le technicien cherche une forme concrète adaptée. La quête du scientifique est d'ordre analytique, celle du technicien synthétique adaptative » (p.87).

RÉFÉRENCES

Bousadra, F., Hasni, A., Lefebvre, D. et Drouet, J.-M. (2011). L'enseignement de la technologie au secondaire : analyse d'un cours sur l'apprentissage du schéma de principe. *In*, A. Hasni, H. Squalli, A. Bronner, et M.-T. Nicolas (dir.), *La classe de sciences, mathématiques et technologies comme objet d'étude : quels problématiques, cadres de références et méthodologies et pour quels résultats ?* Actes des Troisièmes Rencontres scientifiques universitaires Sherbrooke-Montpellier (p. 131-158). CREAS (Université de Sherbrooke) – LIRDEF (Université de Montpellier 2).

Bybee, R.W. (2000). Achieving technological literacy: A national imperative. *The Technology teacher*, 5, 23-28.

Combarnous, M. (1984). *Les techniques et la technicité*. Paris : Éditions sociales.

Cunningham, C. M. et Carlsen, W. S. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of science teacher education*, 25, 197–210

Deforge, Y. (1985). *Technologie et génétique de l'objet industriel.* Paris : Maloine.

Deforge, Y. (1970). *L'éducation technologique*. Bruxelle : Casterman

De Vries, M. (2005). The nature of technological knowledge: philosophical reflections and educational consequences. *International Journal of Technology and Design Education*, 15, 149–154

Gilles, B. (1969). Essai sur la connaissance technique. *In* B. Gilles, *Histoire des Techniques* (p. 1417-1450). Paris : Gallimard

Gouvernement du Québec. (2004). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, 1er cycle.* Québec : Québec : Bibliothèque nationale du Québec.

Lebeaume, J. (2012). L'enseignement régulier de la technologie dans l'hétérogénéité des acteurs et des contextes. *Aster*, 35, 65-83.

Lebeaume, J. (2001). Pratiques socio-techniques de référence, un concept pour l'intervention didactique : diffusion et appropriation par les enseignants de technologie, *In* A. Rouchier, G. Lemoyne, A. Mercier (dir.), *Le génie didactique : Usages et mésusages des théories de l'enseignement.* Bruxelles : De Boeck Supérieur (p. 127-142).

Lebeaume, J. (2000). *L'éducation technologique : histoires et méthodes.* Issy-les-Moulineaux : ESF

Martinand, J.-L. (1995). Rudiments d'épistémologie appliquée pour une discipline nouvelle : la technologie. *In* M. Develay (Ed.), *Savoirs scolaires et didactiques des disciplines* (p. 339-352). Paris : ESF.

National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research.* Washington, DC: National Academies Press.

Rabardel, P. et Weill-Fassina, A. (dir.)(1987). *Le dessin technique : apprentissage, utilisation, évolution.* Paris : Hermès.

Radford, L. (2015). *Pensée mathématique du point de vue de la théorie de l'objectivation.* Actes de colloque Espace mathématique francophone, Alger, 14-15 octobre.

Commenter l'article

La pensée critique et la pensée créative comme composantes essentielles de la pensée mathématique

Patrick Roy

Yves Schubnel

Quelle importance pour le développement de la pensée critique et de la pensée créative à l'école et en dehors de l'école ?

Le développement de la pensée mathématique chez les élèves dès le début de la scolarisation est une préoccupation partagée par de nombreux acteurs des milieux de la recherche et de la pratique (Kurniati, Kusumah, Sabandar, & Herman, 2015). Ainsi, les mathématiques, en tant que discipline scolaire, jouent un rôle fondamental dans la construction de cette pensée. Si à l'école l'activité mathématique permet de mobiliser une grande diversité de modes de pensée que l'on pourrait qualifier de génériques[1], parmi lesquels la pensée analytique (Leron & Hazzan, 2009; Zachariades, Christou, & Pitta-Pantazi, 2013), la pensée réflexive (Jansen & Spitzer, 2009 ; Zachariades *et al.*, 2013), la pensée conceptuelle (Iannone & Cockburn, 2008 ; Kazemi & Stipek, 2001), la pensée relationnelle (Ko & Karadag, 2013 ; Molina, Castro, & Ambrose, 2005), la pensée systémique (Zachariades *et al.*, 2013), la pensée spatiale (Bobis, 2008 ; Toptas, Celik, & Karaca, 2012), la pensée visuelle (Budak & Roy, 2013 ; Surya, Sabandar, Kusumah, & Darhim, 2013), deux modes de pensée constitueraient des outils intellectuels indispensables à la résolution de problèmes mathématiques (Chukwuyenum, 2013; Jonassen, 2000; Mann, 2005 ; Palinussa, 2013 ; Sriwongchai, Jantharajit, & Chookhampaeng, 2015) : la pensée critique et la pensée créative. Pour Jonassen (2000), la pensée mathématique se compose essentiellement de deux modes de pensée génériques, à savoir la pensée critique et la pensée créative.

[1] Nous distinguons entre les modes de pensée génériques (ou modes transversaux) qui ne sont pas spécifiques à des disciplines scolaires et qui transcendent les disciplines et les modes de pensée spécifiques qui font partie intégrante des processus disciplinaires, par exemple la pensée algébrique, la pensée statistique, la pensée historienne, la pensée technique, etc.

Les curriculums de plusieurs systèmes éducatifs à travers le monde reconnaissent explicitement la contribution de la pensée critique et de la pensée créative au développement de la pensée mathématique, et mettent aussi en exergue que le développement de ces pensées génériques ne peut se faire dans un vide conceptuel, sans le substrat essentiel des disciplines scolaires (Applebaum & Leikin, 2007; Innabi & El Sheikh, 2007). À titre d'exemple, le Programme de formation de l'école québécoise du primaire et du secondaire (Gouvernement du Québec, 2001, 2004) évoque clairement que les compétences transversales d'ordre intellectuel « exercer son jugement critique » et « mettre en œuvre sa pensée créatrice » se développent notamment au sein de l'activité mathématique. En tant qu'activité mentale, la résolution de situations-problèmes met en jeu le jugement critique: « la résolution de situations-problèmes en mathématique engage-t-elle l'élève dans une suite d'opérations de décodage, de modélisation, de vérification, d'explicitation et de validation. Il s'agit d'un processus dynamique impliquant anticipations, retours en arrière et jugement critique » (Gouvernement du Québec, 2001, p. 126). Par ailleurs, cette même compétence est considérée comme constituant « un outil intellectuel puissant au service du raisonnement et de l'intuition créatrice » (*Ibid*., p. 126). C'est aussi le cas en Suisse francophone, où le Plan d'études romand (PER), dans ses commentaires généraux, relève à propos des mathématiques que « leur pratique développe des capacités d'imaginer des stratégies, d'organiser et de structurer des savoirs, de faire des liens entre les champs de connaissance, compétences porteuses d'un certain type de créativité » (CIIP, 2010, p. 7). De manière plus générale, toujours d'après le PER, le domaine *Mathématiques et Sciences de la nature* apporte sa contribution au développement de « la Pensée créatrice [2], notamment en amenant l'élève à imaginer des modèles, des explications, des procédés, des expérimentations, des moyens et des outils de mesure, à accepter le risque et l'inconnu, en se représentant et en projetant diverses modalités de réalisation » (*Ibid*., p. 10) et à celui de « la Démarche réflexive [3], notamment en amenant l'élève à choisir des méthodes adéquates, à vérifier ses hypothèses par confrontation au réel, en développant son regard critique sur ses propres choix et/ou résultats et ceux des autres, en l'amenant à renoncer aux idées toutes faites sur la compréhension de phénomènes naturels ou mathématiques, à analyser l'adéquation d'un modèle choisi, pour une représentation statistique par exemple, et les limites qu'il comporte. » (*Ibid*., p. 10).

En dehors de l'école, la pensée critique et la pensée créative participent à la formation de citoyens éclairés. En effet, une croyance de longue date partagée par les chercheurs en éducation, les praticiens, les décideurs et la population en général est que les sociétés démocratiques ont avantage à former des citoyens attentifs au monde qui les entoure et qui manifestent la capacité à réfléchir profondément sur des questions et des enjeux de société, et cette formation passe par une formation à la pensée critique (Dewey, 1933 ; Halpern, 2001 ; Ku, 2009 ; Westheimer, 2011). Sur le plan individuel, la pensée critique est une forme de pensée utile à la résolution de certains problèmes de la vie quotidienne, car « elle implique un raisonnement logique, l'interprétation, l'analyse et l'évaluation d'informations qui permettent de prendre des décisions fiables

[2] « … est axée sur le développement de l'inventivité et de la fantaisie, de même que sur l'imagination et la flexibilité dans la manière d'aborder toute situation. » (CIIP, 2010, Capacités transversales-Formation générale, p. 10).

[3] « … permet de prendre du recul sur les faits et les informations, tout autant que sur ses propres actions ; elle contribue au développement du sens critique. » (*Ibid*., p. 11).

et valides » (Chukwuyenum, 2013, dans Yuliani & Saragih, 2015, p. 116)[4]. Quant à la pensée créative que l'on ne doit pas associer seulement à certaines disciplines scolaires comme les activités créatrices et manuelles, les arts visuels, la musique, la littérature ou les sciences (Pehkonen, 1997; Tandiseru, 2015), elle touche toutes les sphères de la vie quotidienne et constitue un trait de personnalité fortement recherché dans des sociétés basées sur l'innovation et le développement du savoir.

Quelle place pour le développement de la pensée critique et de la pensée créative à l'école et en dehors de l'école ?

Si le développement de la pensée critique et de la pensée créative devrait occuper une place importante en classe de mathématique, plusieurs chercheurs rapportent cependant que ces modes de pensée sont très peu sollicités dans les situations mathématiques proposées par les enseignants à l'école obligatoire. Dans une enquête effectuée auprès d'enseignants de mathématique du secondaire, Innabi et El Sheikh (2007) ont mis en évidence que la majorité des enseignants sondés ont une faible compréhension épistémologique de la pensée critique. Plusieurs d'entre eux confondent la pensée critique avec d'autres formes de pensée comme la pensée scientifique, la pensée logique et la pensée créatrice. Si la plupart croient que la pensée critique contribue au développement de la pensée mathématique, peu d'entre eux croient qu'il est possible de développer cette pensée chez l'ensemble des élèves et sont en mesure d'identifier des tâches intellectuelles qui mettent en jeu cette pensée au sein d'une activité mathématique[5]. Ces résultats rejoignent ceux d'études réalisées antérieurement (Howe, 2000 ; Paul, Elder, & Bartell, 1997) dans lesquelles les enseignants déclarent développer la pensée critique de leurs élèves, mais que dans les faits, les exemples qu'ils rapportent réfèrent davantage à un « enseignement traditionnel » des mathématiques incohérent avec le développement d'une pensée critique. Du côté de la pensée créative, les résultats ne sont pas plus probants. Dans une étude réalisée auprès d'enseignants de mathématique Thaïlandais du secondaire, Sriwongchai *et al.* (2015) ont montré que les pratiques d'enseignement de la plupart des enseignants offrent un potentiel très faible pour le développement de la pensée créative des élèves. Les enseignants ne ressentent pas le besoin d'améliorer la capacité des élèves à mobiliser des stratégies d'apprentissage dans le cadre d'activités de résolution de problèmes, notamment des stratégies mobilisant la pensée divergente. Ces travaux pointent du doigt la persistance actuelle d'un « enseignement traditionnel » des mathématiques centré sur les exposés magistraux, la mémorisation de définitions, la réalisation d'exercices de routine ou de problèmes d'application[6] au détriment d'un enseignement des mathématiques constructiviste dans lequel les élèves sont engagés intellectuellement dans la résolution de problèmes ouverts qui sont porteurs de sens (Kurniati *et al.*, 2015 ; Palinussa, 2013 ; Widyatiningtyas *et al.*, 2015 ; Yuliani & Saragih, 2015). Ces résultats témoignent de l'importance d'amener les enseignants à se donner une compréhension épistémologique et opérationnelle de la pensée critique mathématique et de la pensée créative mathématique.

[4] Traduction libre : « because it involves logical reasoning, interpreting, analyzing and evaluating information to enable one take reliable and valid decisions » (Chukwuyenum, 2013, dans Yuliani & Saragih, 2015, p. 116).

[5] À titre d'exemple, plusieurs enseignants sondés n'étaient pas en mesure de reconnaître que les tâches intellectuelles « examiner la pertinence d'une nouvelle stratégie », « défendre l'utilisation d'un principe pour résoudre un problème » et « juger de la pertinence d'une information pour résoudre un problème » sont associés à la pensée critique.

[6] Problèmes impliquant le recours à des procédures mécaniques et connues par les élèves.

Qu'est-ce que la pensée critique mathématique et la pensée créative mathématique ?

Soulignons d'entrée de jeu que si la préoccupation de développer la pensée critique et la pensée créative à l'école est partagée par les chercheurs et praticiens, il n'existe pas de définition consensuelle de ces modes de pensée génériques, ni dans le discours officiel ni dans le discours scientifique (Alexander, 2014 ; Tandiseru, 2015).

Le concept de pensée critique n'est pas nouveau. Dans ses écrits au début du 20e siècle, Dewey (1933) accordait à ce mode de pensée le statut le plus élevé parmi les modes de pensée à développer à l'école. Les années 80 sont marquées d'une grande effervescence de publications portant sur la pensée critique (voir par exemple les travaux de Ennis, (1985), Hitchcock (1983), Lipman (1988), Paul (1985), Norris (1985) et Siegel (1988)) et ces publications font états d'une grande diversité de définitions en regard de cette pensée (Innabi et El Sheikh, 2007).

Le psychologue anglo-saxon Robert H. Ennis (1985) définit la pensée critique comme une « pensée réflexive et raisonnée qui est centrée sur la capacité de l'individu à décider par lui-même quoi faire ou quoi croire » [7] (p. 45), et ce, dans le contexte d'une résolution de problèmes où il s'agit entre autres de choisir entre des alternatives et de construire des jugements (Beyer, 1995). Pour Ennis (2002) (dans Innabi et El Sheikh, 2007), la pensée critique s'articule autour de trois phases principales au sein d'une démarche de résolution de problème : 1) Elle s'active au point de départ dans un processus de résolution d'un problème qui favorise des interactions avec le monde ; 2) Elle se présente par la suite comme un processus de raisonnement, éclairé par les connaissances initiales et les faits acceptables, et qui mène à l'élaboration d'un certain nombre d'inférences en s'appuyant sur des inductions, déductions et des jugements de valeur ; 3) Elle se termine par une décision sur ce qu'il faut faire ou croire.

Bien que les habiletés intellectuelles permettent un jugement éclairé et raisonné, constituant ainsi la part technique de la pensée critique, Ennis ne se limite pas à celles-ci et inclut également différentes attitudes caractéristiques au penseur critique que l'on pourait qualifier, en d'autres mots, d'ingrédients nécessaires à l'adoption d'une posture d'un penseur critique (Caroti, 2010). Ainsi, Robert H. Ennis (2002) postule qu'un penseur critique devrait démontrer non seulement des capacités ou habiletés de pensée caractéristiques de la pensée critique, mais aussi des attitudes [8] caractéristiques de cette pensée. Parmi les habiletés de pensée caractéristiques de la pensée critique citées par Ennis, on peut relever l'évaluation de définitions, l'analyse d'arguments, l'élaboration et l'appréciation d'inductions et de déductions et l'évaluation de la crédibilité d'une source. Du côté des attitudes caractéristiques de la pensée critique, on peut relever le souci d'énoncer clairement le problème dans une situation, l'examen des différentes perspectives offertes, la tendance à mettre en application des capacités de la pensée critique et l'expression d'une ouverture d'esprit (Caroti, 2010). Cette manière d'aborder le concept de pensée critique dans son double aspect habiletés-attitudes met en évidence que la pensée critique est

[7] Traduction libre : « reflective and reasonable thinking that is focused on deciding what to believe or do » (Ennis, 1985, p. 45)

[8] Par attitude, nous entendons un ensemble de postures morales ou encore de *savoir-être* qui représentent, pour un individu, la tendance à agir face à un stimulus extérieur (Caroti, 2010)

composée de deux ensembles dont l'un d'eux est l'esprit critique[9], que l'on pourrait définir comme un ensemble d'attitudes qui poussent l'individu à avoir tendance à être critique. L'esprit critique serait donc en quelque sorte « la posture intellectuelle, l'état d'esprit que le penseur critique doit toujours adopter lorsqu'il est confronté à une nouvelle source d'information, à un problème qui, finalement, ne se pose pas forcément » (Caroti, 2010).

La manière de concevoir ce qu'est la pensée critique mathématique chez certains chercheurs qui s'intéressent à l'éducation mathématique s'apparente fortement à la conception d'Ennis. Krulik & Rudnick (1999), par exemple, appréhendent la pensée critique mathématique comme une pensée qui teste, questionne, relie et évaluent tous les aspects d'une situation ou d'un problème mathématique. La définition proposée par ces auteurs a été largement reprise et développée par d'autres. Palinussa (2013) définit la pensée critique mathématique comme étant la capacité d'une personne à identifier un problème, établir des relations entre ses éléments, analyser et résoudre un problème. Il stipule qu'un penseur critique en mathématique est quelqu'un qui est en mesure d'expliquer le raisonnement d'une autre personne dans le cadre d'une situation mathématique. Pour lui, « apprendre à penser de façon critique, c'est apprendre à poser quelle question, comment la poser et quand la poser. C'est apprendre comment raisonner, quand utiliser le raisonnement et quelles méthodes de raisonnement il faut utiliser » (p. 78)[10]. Trilling et Fadel (2009) la définissent comme étant la capacité d'une personne à analyser, interpréter, évaluer, résumer et synthétiser toutes les informations d'un problème. Yuliani et Saragih (2015) la définissent comme étant la capacité d'une personne à analyser, synthétiser, reconnaître et résoudre un problème, ainsi qu'à tirer des conclusions sur celui-ci. Enfin, Widyatiningtyas, Kusumah, Sumarmo et Sabandar (2015) la définissent comme étant : « une capacité systématique à intégrer les connaissances antérieures, les habiletés de raisonnement mathématique et à appliquer des stratégies cognitives dans la résolution de problèmes mathématiques » (p. 31)[11]. Pour ces auteurs, la pensée critique mathématique englobe un nombre important d'habiletés intellectuelles: analyser la validité d'un argument; juger de la pertinence des données d'un problème; reconstituer les éléments d'un problème; formuler, analyser et vérifier des relations entre les éléments d'un problème et prendre des décisions en regard de celles-ci ; identifier des anomalies dans divers modes de représentation mathématiques; choisir la meilleure façon de résoudre problème ; évaluer la pertinence d'un processus de résolution ou d'un résultat et proposer des adaptations ; critiquer une preuve mathématique, etc.

Du côté de la pensée créative, ce sont essentiellement les travaux de Guilford (1950, 1959, 1963, 1970) et de Torrance (1965, 1968) réalisés à partir des années 50 dans le monde anglo-saxon qui ont posé les premiers fondements d'une réflexion conceptuelle sur la pensée créative. Si la documentation scientifique fait état d'une grande diversité de points de vue pour définir ce qu'est la pensée créative, il semble y avoir un consensus à l'effet que cette pensée est multidimensionnelle, c'est-à-dire qu'elle se manifeste à travers un nombre important de composantes (Guilford, 1963 ; Torrance, 1965, 1968), d'une part,

[9] Nous distinguons comme Boisvert (1999) et Caroti (2010) entre les termes de « pensée critique» et d'« esprit critique ». Pour Boisvert (1999) : « L'esprit critique, ou attitude critique, représente le deuxième élément de la pensée critique. Pour que l'élève soit un penseur critique, [il] n'est pas suffisant (même si c'est nécessaire) que celui-ci maîtrise l'évaluation des raisons. La personne doit en effet manifester un certain nombre d'attitudes, de dispositions, d'habitudes de pensée et de traits de caractère que l'on peut regrouper sous l'étiquette " attitude critique " ou " esprit critique ". De façon générale, cela signifie que le penseur critique doit non seulement être capable d'évaluer des raisons adéquatement, mais qu'il doit aussi avoir tendance à le faire, y être disposé. » (p. 27)

[10] Traduction libre : « Learning to think critically is to learn how to ask, when to ask, what's the question, how to reason, when to use reasoning and what reasoning methods which use. » (Palinussa, 2013, p. 78)

[11] Traduction libre: « is a systematic ability to incorporate prior knowledge, mathematical reasoning abilities and also be able to apply cognitive strategies in mathematical problem solving. » (Widyatiningtyas *et al.*, 2015, p. 31)

et que ces composantes ne sont pas les mêmes pour tous les individus, d'autre part (Guilford, 1963 ; Sriwongchai *et al.*, 2015)[12]. Guilford (1970) considère la créativité comme étant une production divergente, et par conséquent il associe cette pensée à la pensée divergente, laquelle se décline en quatre composantes essentielles: la fluidité, la flexibilité, l'originalité et l'élaboration. Dans le but d'évaluer le niveau de pensée créative mathématique des élèves[13], ces composantes ont été largement reprises ultérieurement par de nombreux chercheurs dans le champ de l'éducation mathématique (ex. : Haylock, 1997 ; Krutetskii, 1976 ; Pehkonen, 1997 ; Silver, 1997 ; Siswono, 2010 ; Sriwongchai *et al.*, 2015 ; Tandiseru, 2015). Parmi ces auteurs, certains avancent l'idée que ces composantes peuvent faire l'objet d'une évaluation indépendante et soutiennent l'importance que leur évaluation devrait se faire tout autant dans le contexte de la construction des problèmes que dans celui de leur résolution (Silver, 1997; Siswono, 2010).

À la suite de ces auteurs, nous retenons quatre composantes qui permettent de définir de manière opérationnelle la pensée créative (Silver, 1997 ; Siswono, 2010 ; Tandiseru, 2015) :

1. La fluidité qui réfère à la facilité de produire des idées en vue de répondre à une question, de fournir plusieurs solutions ou réponses à un problème ou de nommer plusieurs exemples relativement à un concept ou une situation mathématique spécifique. Dans la construction des problèmes, la fluidité réfère à la capacité des élèves à générer plusieurs problèmes avec des solutions correctes.

2. La flexibilité qui réfère à la diversité des idées qui sont développées en vue de répondre à une question, des stratégies utilisées pour résoudre un problème, des exemples fournis relativement à un concept, ou encore à la diversité des arguments ou justifications évoqués relativement à une situation mathématique spécifique. La flexibilité s'observe chez les élèves dans leur ouverture aux changements d'approches pour répondre à une question. Dans la construction des problèmes, la flexibilité réfère à leur capacité de poser ou construire des problèmes avec des solutions divergentes.

3. L'originalité qui réfère à l'unicité des idées qui sont développées en vue de répondre à une question, à la capacité d'utiliser des stratégies nouvelles, uniques ou inhabituelles pour résoudre un problème ou à la capacité de fournir des exemples, arguments ou justifications nouveaux, uniques ou inhabituels relativement à une situation mathématique spécifique. Dans la construction des problèmes, l'originalité réfère à la capacité des élèves de poser ou construire un problème différent des autres. Ayant d'abord pris connaissance de plusieurs problèmes, les élèves sont en mesure de poser ou construire un problème non familier et dont le contexte et les concepts sont différents.

[12] À ce sujet, Guilford (1963) soulignait que les composantes de la créativité du scientifique ou du musicien peuvent être différentes de celle du mathématicien.

[13] Divers instruments ont été développés pour mesurer le niveau de pensée créative des élèves en mathématiques selon les principales composantes de la créativité : la fluidité, la flexibilité et l'originalité. Voir par exemple le « Mathematical Creative Ability Test (CAMT) » et le « Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT) » développés respectivement par Balka (1974) et Torrance (1968).

4. L'élaboration qui réfère à la capacité d'expliquer en détail, de manière appropriée et cohérente des idées, procédures, solutions, réponses ou situations mathématiques particulières, et ce, en recourant à des termes, concepts, représentations et notations mathématiques appropriés. Dans la construction des problèmes, l'élaboration réfère à la capacité des élèves de poser ou construire un problème en s'appuyant sur les concepts, processus, règles et conventions du langage mathématique.

Si les composantes de la pensée créative que nous venons d'évoquer réfèrent essentiellement à des habiletés intellectuelles, nous pensons que ces habiletés peuvent être mises en œuvre de façon optimale que si elles sont accompagnées d'attitudes propices au développement de la pensée créative, comme c'est le cas pour la pensée critique. Parmi ces attitudes, soulignons les quatre principales évoquées par Tandiseru (2015) pour caractériser les élèves créatifs : l'ouverture, la curiosité, l'imagination et le courage de prendre des risques intellectuels.

Quelles relations entre la pensée critique mathématique et la pensée créative mathématique?

Si la pensée critique et la pensée créative peuvent entretenir des relations mutuelles au cours de la résolution des problèmes, ces deux modes de pensée méritent d'être distingués clairement en raison des visées qu'elles poursuivent. Alors que la pensée créative fait appel à des processus cognitifs de production ou de construction, la pensée critique fait appel à des processus cognitifs d'évaluation (Innabi et El Sheikh, 2007). Cependant, dans la résolution des problèmes mathématiques, et à une plus large échelle, dans la résolution des problèmes de la vie réelle, les individus font souvent de nombreux allers-retours entre le développement de la solution et son évaluation, cette dernière phase consistant à mesurer les conséquences d'une quelconque solution proposée. Par conséquent, nous postulons que tout processus de résolution de problèmes met en jeu des mouvements bidirectionnels entre la pensée créative et la pensée critique. À ce sujet, Lehmkuhl et Lamping (1994) affirment que tout processus de résolution de problèmes engage la sphère droite du cerveau pour la pensée créative et la sphère gauche du cerveau pour la pensée critique. Par ailleurs, nous postulons que la pensée créative et la pensée critique fonctionnent de manière dynamique, en ce sens que la pensée créative n'a de valeur que si elle est supportée par la pensée critique.

Dans le cadre d'un numéro thématique dirigé par le Pr. Mathieu Gagnon qui portera sur les formations aux pensées mathématique, scientifique, technologique et historienne appréhendées dans leurs dimensions générique et spécifique, nous illustrerons comment la pensée critique et la pensée créative peuvent contribuer au développement de la pensée mathématique dans les domaines de l'arithmétique, de l'algèbre et de la géométrie à l'école primaire et secondaire.

Commenter l'article

RÉFÉRENCES

Alexander, P. (2014). Thinking Critically and Analytically about Critical-Analytic Thinking: an Introduction. *Educational Psychology Review*, 26(4), 469–476.

Applebaum, M., & Leikin, R. (2007). Looking back at the beginning: Critical thinking in solving unrealistic problems. *Montana Mathematics Enthusiast*, 4(2), 258–265.

Balka, D. S. (1974). *The development of an instrument to measure creative ability in mathematics* (Thèse de doctorat). University of Missouri-Columbia, Missouri.

Begheto, R. A., & Kaufman, J. C. (2009). Do we all have muticreative potential? *ZDM the International Journal on Mathematics Education*, 41(1), 39–44.

Beyer, B. K. (1995). *Critical Thinking* (Phi Delta Kappa Educational Foundation). Bloomington, IN.

Bobis, J. (2008). Early Spatial Thinking and the Development of Number Sense. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 13(3), 4–9.

Boisvert, J. (1999). *La formation de la pensée critique. Théorie et pratique.* Québec : Éditions du Renouveau pédagogique.

Budak, S., & Roy, G. A Case Study Investigating the Effects of Technology on Visual and Nonvisual Thinking Preferences in Mathematics. (Old City Publishing, Inc. January 2013).

Caroti, D. (2010). Pensée critique ? Esprit critique ? Un peu de théorie. Document téléaccesible à l'adresse Internet : http://cortecs.org/cours/pensee-critique/.

Chukwuyenum, A. N. (2013). Impact of Critical thinking on Performance in Mathematics among Senior Secondary School Students in Lagos State. *Journal of Research & Method in Education*, 3(5), 18–25.

Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP) (2010). Plan d'études romand. 2e cycle du primaire. Document téléaccessible à l'adresse Internet : http://www.plandetudes.ch/home.

Craft, A. (2003). The limits to creativity in education: Dilemmas for the educator. *British Journal of Educational Studies*, 51(2), 113–127.

Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educational process.* Boston, MA: D. C. Heath.

Ennis, R. H. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44–48.

Ennis, R. H. (2002). A super-streamlined conception of critical thinking. Document téléaccessible à l'adresse Internet : http://www.criticalthinking.com/articles.html.

Gotoh, G. (2004). The quality of the reasoning in problem solving processes. *In The 10th International Congress on Mathematical Education*, July 4-11. Copenhagen, Denmark.

Gouvernement du Québec. (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. École primaire.* Québec : Ministère de l'éducation du Québec.

Gouvernement du Québec. (2004). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, 1er cycle.* Québec : Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.

Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444–454.

Guilford, J. P. (1959). Traits of creativity. In H. H. Anderson (Ed.), *Creativity and its cultivation* (pp. 142–161). New York, NY: Harper Collins.

Guilford, J. P. (1963). Potential for Creativity and Its Measurement. Presented at the 1962 Invitational Conference on Testing Problems, Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Guilford, J. P. (1970). Traits of creativity. In P. E. Vernon (Ed.), *Creativity*. Beltimore: Penguin Books.

Halpern, D. F. (2001). Assessing the effectiveness of critical thinking instruction. *The Journal of General Education*, 50(4), 270–286.

Haylock, D. (1997). Recognising mathematical creativity in schoolchildren. *ZDM, 29*(3), 68–74.

Hitchcock, D. (1983). *Critical thinking: A guide to evaluating information.* Cambridge: Cambridge Univ Press.

Howe, E. R. (2000). *Secondary School Teachers' Conceptions of Critical Thinking in British Columbia and Japan: A Comparative Study.* (Thèse de doctorat). University of British Columbia, Canada.

Iannone, P., & Cockburn, A. D. (2008). "If you can count to ten you can count to infinity really": fostering conceptual mathematical thinking in the first year of primary school. *Research in Mathematics Education*, 10(1), 37–51.

Innabi, H., & El Sheikh, O. (2007). The Change in Mathematics Teachers' Perceptions of Critical Thinking after 15 Years of Educational Reform in Jordan. *Educational Studies in Mathematics*, 64(1), 45–68.

Jansen, A., & Spitzer, S. M. (2009). Prospective Middle School Mathematics Teachers' Reflective Thinking Skills: Descriptions of Their Students' Thinking and Interpretations of Their Teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 12(2), 133–151.

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63–85.

Kazemi, E., & Stipek, D. (2001). Promoting Conceptual Thinking in Four Upper-Elementary Mathematics Classrooms. *Elementary School Journal*, 102(1), 59–80.

Ko, Y.-Y., & Karadag, Z. (2013). Fostering Middle School Students' Relational Thinking of the Equal Sign Using GeoGebra. *Online Submission*.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1999). *Innovative tasks to improve critical and creative thinking skills. Dalam Lee V. Stiff & Frances R. Curcio.* (L. V. Stiff & F. R. danCurcio, Eds.). Reston, Virginia: Yearbook NCTM.

Krutetskii, V. A. (1976). The psychology of mathematical abilities in schoolchildren. In J. Kilpatrick, I. Wirszup, & J. Teller (Eds.), *Translation from Russian*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Ku, K. Y. (2009). Assessing students' critical thinking performance: Urging for measurements using multi-response format. *Thinking Skills and Creativity,* 4(1), 70–76.

Kurniati, Kusumah, Y. S., Sabandar, J., & Herman, T. (2015). Mathematical Critical Thinking Ability through Contextual Teaching and Learning Approach. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 6(1), 53–62.

Lehmkuhl, D., & Lamping, D. C. (1994). *Organizing for the Creative Person: Bright-brain Styles for Conquering Clutter, Mastering Time and Reaching Your Goals*. New York, NY: Crown Publishing Group.

Leron, U., & Hazzan, O. (2009). Intuitive vs Analytical Thinking: Four Perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 263–278.

Lipman, M. (1988). Critical thinking: What can it be? *Educational Leadership*, 46(1), 38–43.

Lumsdaine, E., & Lumsdaine, M. (1995). *Creative problem solving: Thinking skills for a changing world.* Singapore: McGraw-Hill.

Mann, E. L. (2005). *Mathematical Creativity and School Mathematics: Indicators of Mathematical Creativity in Middle School Students* (Thèse de doctorat). University of Connecticut.

McPeck, J. E. (1981). *Critical thinking and education*. Oxford: Martin Robertson.

Molina, M., Castro, E., & Ambrose, R. (2005). Enriching Arithmetic Learning by Promoting Relational Thinking. *International Journal of Learning*, 12(5), 265–270.

Norris, S. P. (1985). Synthesis of research on critical thinking. *Educational Leadership*, 42(8), 40–45.

Palinussa, A. L. (2013). Students' Critical Mathematical Thinking Skills and Character: Experiments for Junior High School Students through Realistic Mathematics Education Culture-Based. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 4(1), 75–94.

Paul, R. W. (1985). Bloom's taxonomy and critical thinking instruction. *Educational Leadership*, 42(8), 36–39.

Paul, R. W., Elder, L., & Bartell, T. (1997). *California teacher preparation for instruction in critical thinking: Research findings and policy recommendations.* California: California Commission on Teacher Credentialing.

Pehkonen, E. (1997). The state-of-art in mathematical creativity. *ZDM*, 29(3), 63–67.

Sezer, R. (2008). Integration of Critical Thinking Skills into Elementary School Teacher Education Courses in Mathematics. *Education, 128*(3), 349–362.

Siegel, H. (1980). Critical thinking as an educational ideal. *The Educational Forum*, *45*(1), 7–23.

Siegel, H. (1988). *Educating Reason: Rationality, Critical Thinking, and Education.* New York, NY: Routledge Chapman Hall.

Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *Zdm, 29*(3), 75–80.

Siswono, T. Y. E. (2010). Leveling Students' Creative Thinking in Solving and Posing Mathematical Problem. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, *1*(1), 17–40.

Solso, R. L. (1995). *Cognitive Psychology*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.

Sriwongchai, A., Jantharajit, N., & Chookhampaeng, S. (2015). Developing the Mathematics Learning Management Model for Improving Creative Thinking in Thailand. *International Education Studies, 8*(11), 77–87.

Surya, E., Sabandar, J., Kusumah, Y. S., & Darhim. (2013). Improving of Junior High School Visual Thinking Representation Ability in Mathematical Problem Solving by CTL. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education,* 4(1), 113–126.

Tandiseru, S. R. (2015). The Effectiveness of Local Culture-Based Mathematical Heuristic-KR Learning towards Enhancing Student's Creative Thinking Skill. *Journal of Education and Practice, 6*(12), 74–81.

Toptas, V., Celik, S., & Karaca, E. T. (2012). Improving 8th Grades Spatial Thinking Abilities through a 3D Modeling Program. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET, 11*(2), 128–134.

Torrance, E. P. (1965). *Creativity*. Washington, D.C.: AERA-DCT Research Pamphlet Series.

Torrance, E. P. (1968). *Torrance tests of creative thinking*. Washington, D.C.: AERA-DCT Research Pamphlet Series.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Fransisco: Jossey-Bass.

Westheimer, J. (2011). No child left thinking: Democracy at-risk in American schools. *Colleagues, 3*(2), 1–15.

Widyatiningtyas, R., Kusumah, Y. S., Sumarmo, U., & Sabandar, J. (2015). The Impact of Problem-Based Learning Approach to Senior High School Students' Mathematics Critical Thinking Ability. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education, 6*(2), 30–38.

Yuliani, K., & Saragih, S. (2015). The Development of Learning Devices Based Guided Discovery Model to Improve Understanding Concept and Critical Thinking Mathematically Ability of Students at Islamic Junior High School of Medan. *Journal of Education and Practice, 6*(24), 116–128.

Zachariades, T., Christou, C., & Pitta-Pantazi, D. (2013). Reflective, Systemic and Analytic Thinking in Real Numbers. *Educational Studies in Mathematics, 82*(1), 5–22.

Réflexions sur le développement de la pensée critique à l'école : quelles orientations pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences ?

Abdelkrim Hasni

Le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences (la didactique des sciences) ne peut ignorer les débats en cours, et qui ont connu leur apogée dans les années 1980-1990 (Lipman, 2003), sur la nécessité pour l'école de développer chez les élèves une forme de pensée particulière : la pensée critique. Cette préoccupation qui semble pilotée prioritairement par le champ de la philosophie de l'éducation trouve des échos également dans des publications d'organisations internationales, comme l'UNESCO, et dans des curriculums scolaires, comme c'est le cas au Québec.

Les quelques travaux qui ont abordé cette problématique dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences l'ont fait majoritairement en associant la pensée critique à ce qu'on peut qualifier de pensée scientifique (*scientific thinking*) (Fawkes, O'Meara, Weber et Flage, 2005 ; Glass, 2013; Gottesman et Hoskins, 2013 ; Knaggs et Schneider, 2012 ; Osborne, 2014 ; Quitadomo Brahler et Crouch, 2009). Cette relation est exprimée en faisant appel à diverses expressions : *thinking like a scientist* ; développer chez les élèves des habiletés de pensée (*thinking skills*) (en opposition à l'acquisition des contenus); engager ces derniers dans une pensée épistémique en les amenant à réfléchir notamment sur la nature des sciences (*nature of science ou NOS* : C'est quoi le savoir scientifique et quelle est sa relation avec la réalité qu'il vise à décrire ? ; Comment est-il produit et validé ? ; Comment est-il transmis ?) ; etc.

Ce texte vise une contribution à ce débat en mettant en relation les fondements développés dans chacun des deux champs d'expertise : celui de la pensée critique et celui de l'éducation scientifique. Avant de formuler une proposition de ce que pourrait être un cadre d'analyse de cette pensée en sciences à l'école, je rappellerai brièvement deux problématiques controversées qui ont marqué le débat sur la pensée critique : la signification du concept; la nature générique ou disciplinaire de cette forme de pensée. La discussion de ces deux problématiques servirait à justifier le choix retenu pour le cadre d'analyse de la pensée critique proposé pour les sciences à l'école.

Quelle définition de la pensée critique ?

Définir la pensée critique n'est une entreprise facile. Il est même courant que des défenseurs de ce mode de pensée ne fournissent aucune définition et ne précisent pas les ancrages théoriques de ce concept. C'est le cas notamment de certains tests largement utilisés dans des écoles, comme le *California critical thinking skill test* ou le *Watson–Glaser Critical Thinking Appraisal Exam*. En analysant ce type de tests, Fawkes *et al.* (2005) soulignent deux constats importants. Le premier est que les questions (les items) de ces tests sont proposés sans précision quant à leur lien avec un éventuel cadre de référence : « None of these three tests is based on any of the models [...] In so far as the tests are used to check student acquisition of CT skills, it is the tests that define CT » (p. 118). Le deuxième constat concerne l'ambiguïté d'un grand nombre d'items qui composent ces textes : le lien entre la réponse souhaitée et la pensée critique n'est pas clair. D'autres auteurs comme McPeck (1990a) et Norris (1989) ont critiqué également la caractérisation de la pensée critique en faisant appel essentiellement à des items et à des tests.

Lorsque des définitions sont proposées par les auteurs, leur opérationnalisation pose d'importants défis, entre autres, en raison de la diversité de leurs orientations. Une des définitions qui a reçu le plus d'appui et qui est souvent reprise par les auteurs (Lipman, 2003) est celle d'Ennis (1985) : « critical thinking is reflective and reasonable thinking that is focused on deciding what to believe or to do » (p. 45). Sternberg (1985) de son côté propose la definition suivante : « the mental processes, strategies and representations people use to solve problems, make decisions and learn new concepts » (p. 46). Devant la diversité des définitions disponibles, Facione (1990) a fait appel à la méthode Delphi avec 46 chercheurs, éducateurs et spécialistes dans le domaine pour obtenir une définition "consensuelle" du concept. De cette étude, il retient la définition suivante : « We understand critical thinking to be purposeful, self-regulatory judgment which results in interpretation, analysis, evaluation, and inference, as well as explanation of the evidential, conceptual, methodological, criteriological, or contextual considerations upon which that judgment is based... » (p. 3). Dans son ouvrage de 2003, Lipman dégage 31 attributs utilisés par les auteurs pour définir la pensée critique. Il faut dire que les 31 attributs et les différentes variantes des définitions proposées par les auteurs ne sont pas contradictoires. Elles sont complémentaires. Elles témoignent cependant de la difficulté à rendre explicite la signification du concept et à le distinguer

des autres concepts voisins associés à une pensée qu'on peut qualifier de complexe : *higher-order thinking*, pensée rationnelle, pensée logique, pensée scientifique, résolution de problème, etc.

Soulignons, par exemple, que si certains défendent l'idée selon laquelle la pensée critique est une variante de ce qui est nommée *high order thinking* (Miri, Ben-Chaim et Zoller, 2007), d'autres comme Ennis (1985) rejettent cette association, en considérant que « higher-order thinking skills is so vague a term that appears useless as a guide for the development of teaching, curriculums, and evaluation procedures » (p. 45). Siegel (1988) et d'autres rappellent que c'est également ce caractère vague qu'on peut reprocher aux définitions du concept de pensée critique. McPeck (1990a), par exemple, souligne que « the standards approaches to critical thinking tend to fuse the notions of "reasoning ability", "argument analysis", and "everyday reasoning", using these terms almost interchangeably and treating them as one homogeneous ball of wax » (p. 4). Lipman (2003) de son côté souligne que même les définitions acceptées par un grand nombre d'auteurs manquent de clarté : « The definitions provide insufficient enlightenment because the outcomes (solutions, decisions, concepts-acquisition) are too narrow, and the defining characteristics (reasonable, reflective) are too vague… » (p. 38). Prenons la définition d'Ennis. Peut-on considérer que toute pensée qui permet de décider ce qu'il faut penser et faire de manière réflexive et raisonnable est une pensée critique ?

De manière à rendre le concept de pensée critique plus opérationnel, des auteurs proposent également une série d'attributs (ou de buts) pour le définir. À titre d'exemple, Ennis (1985) propose 13 dispositions (rechercher l'énoncé clair de la thèse ou de la question, essayer d'être bien informé, utiliser des sources crédibles, etc.) et 12 habiletés (analyser les arguments, juger de la crédibilité des sources, déduire et juger les déductions, etc.). Le recours à ces habiletés est souvent associé à un processus de résolution de problème. Dans la caractérisation de la pensée critique obtenue par la technique Delphi, Facione (1990) a identifié six habiletés cognitives (incluant 16 sous-habiletés) et 19 dispositions.

Les attributs rapportés par les auteurs servent souvent de critères pour tester et évaluer la pensée critique. L'origine de ces attributs demeure cependant une question problématique et mérite une attention particulière : Comment découlent-ils de la définition de la pensée critique retenue? Ne pas s'attaquer sérieusement à cette question peut donner l'impression que la pensée critique relève de ce que certains auteurs appellent des concepts empiriques ou opératoires (Quivy et Van Campenhoudt, 1995; Walliser, 1977), c'est-à-dire des concepts qui rendent compte d'une réalité « objective » ou d'objets qui existent indépendamment de notre pensée comme le seraient les concepts d'oiseau, de fruit ou d'avion. Lorsque des auteurs définissent la pensée critique en listant simplement une série d'attributs et en les désignant de *processus cognitifs*, le risque est grand de donner l'impression que cette pensée a une existence « objective » qu'on met en évidence en décrivant empiriquement ces processus. Il nous semble, au contraire, qu'il est important d'affirmer à chaque fois qu'il est possible de le faire que la pensée critique, même si on peut lui associer

des manifestations cognitives externes, est d'abord un construit social. C'est en tout cas ce que montre l'analyse de l'histoire de l'émergence du concept (Lipman, 2003). Il s'agit d'une manière souhaitée de penser (*good thinking, good djudgment*, etc.) à développer à l'école par opposition à des enseignements qui peuvent prétendre présenter aux élèves des certitudes indiscutables. C'est l'idée centrale, le principe organisateur, du concept de pensée critique.

Cette manière « normative » de considérer le concept impose la nécessité de clarifier la norme (ou la référence) à partir de laquelle il est possible de juger cette pensée. D'abord, comme le souligne Lipman (2003), nous avons besoin de savoir ce qui diffère le « bon » jugement du jugement « ordinaire » (ou moins souhaitable). Ensuite, il est nécessaire de savoir quel est le champ d'application de cette norme : la référence peut être une loi, une norme professionnelle, une vision particulière de l'éducation scolaire, etc. Par exemple, il est pertinent de se questionner si la pensée critique attendue d'un enseignant est la même que celle qu'on souhaite observer chez un médecin ou un ingénieur. Il me paraît difficile de répondre par l'affirmative à cette question. Les champs disciplinaires peuvent également exiger des normes différentes quant à ce qui est attendu de la pensée critique. Lipman (2003) rappelle, avec d'autres auteurs, que le jugement auquel fait appel la pensée critique dépend des domaines : « epistemology consists of judgments to wich truth and falsity are the relevant criteria; ethics comprises judgments to which right and wrong are relevant; and aesthetics contains judgments to which beautiful and not-beautiful are relevant » (p. 40).

La pensée critique à l'école : approche générale ou disciplinaire ?

Le débat qui a eu lieu, par articles interposés, entre Ennis (1989, 1990) qui défend le caractère général de la pensée critique et McPeck (1990b) qui insiste sur sa spécificité selon les contextes, illustre le malentendu qui entoure le domaine d'application de ce concept. Ce débat situe la pensée critique sur un continuum défini par deux pôles (général et contextuel), avec deux positions intermédiaires (Ennis, 1989) : *infusion* et *immersion* (enseignement d'habiletés générales de la pensée critique dans les enseignements disciplinaires, respectivement de manière explicite ou implicite); *mixed approach* (pensée critique spécifique à la discipline et pensée critique définie comme ensemble d'habiletés générales).

Il est difficile de rappeler dans ce court texte la teneur des débats entre les partisans des différentes postures. L'analyse de ces débats me conduit cependant, du moins sous l'angle de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences, à plaider pour la nécessité de clarifier les normes permettant de juger de la pensée critique en fonction du contexte (professionnel, disciplinaire et autres). Je souligne deux remarques majeures en appui à cette posture :

1. Il me semble difficile d'envisager qu'un élève ou un enseignant, à l'école, ou qu'un médecin ou un ingénieur dans le cadre de l'exercice de leur profession, fassent appel à une même pensée de haut niveau qu'on pourrait qualifier de pensée critique. Pour chacun de ces acteurs et de ces contextes, la norme permettant de juger de l'exercice de l'esprit critique n'est pas la même. Il est vrai qu'on peut s'attendre à certains indicateurs communs d'ordre général, mais ces indicateurs doivent être adaptés à des normes spécifiques selon le rôle attendu de chacun de ces acteurs. En outre, pour chacun de ces derniers, la norme peut varier selon les contextes. Des élèves qui doivent faire preuve d'un jugement critique face à une bagarre à l'école ou lors d'une discussion sur l'origine de l'Homme ne peuvent pas faire appel à la même norme pour juger de ce qu'ils doivent penser ou faire. Ajoutons que face à la question de l'origine de l'Homme ou de l'origine de la vie, la norme n'est pas la même si on est dans le domaine scientifique ou dans le domaine religieux. La confrontation (probablement souhaitable) des deux points de vue n'est pas non plus compatible, puisque les logiques de se représenter le monde dans les deux cas ne sont pas les mêmes.

2. Les critiques adressées à la spécificité de la pensée critique ne permettent pas de faire la preuve de la faiblesse de cette posture. Par exemple, Ennis (1989, 1990) avance principalement les arguments suivants :

   a : « Subject-matter knowledge often consists of a mass of rote-memorized subject matter that is not understood deeply enough to enable a student to think critically in the subject » (Ennis, 1989, p. 6) ;

   b : Les apprentissages disciplinaires « probably will not lead to critical thinking in everyday life (except perhaps for gifted students), because immersion is not accompanied by explicit attention to general principles of critical thinking » (Ennis, 1989, p. 6) ;

   La plupart des spécialistes en éducation scientifique seront en complet désaccord avec ces affirmations. Lorsqu'on considère les finalités souhaitées dans ce champ, elles ne sont tournées ni vers une simple acquisition de contenus, ni vers une simple introduction aux disciplines universitaires. Il se peut que les pratiques de classe ne soient pas à la hauteur de ces visées. Mais, cette remarque s'applique alors à d'autres apprentissages, dont la pensée critique. Rappelons en outre qu'un grand nombre d'auteurs (ex. : Lipman, 2003) situent la naissance du concept de la pensée critique dans la continuité des travaux de Dewey qui insistait sur l'importance de s'inspirer en éducation des méthodes utilisées en sciences pour développer la pensée réflexive.

   c : L'existence d'apprentissages non disciplinaires à l'école. Cette affirmation est vraie. Des questions demeurent cependant : Est-ce que ces apprentissages sont prioritaires par rapport à d'autres qui font appel à des savoirs disciplinaires ? Quel serait le rationnel de leur sélection : les normes sociales ; les idéologies des groupes dominants; la philosophie ? Pourquoi ?

d : La non-clarté de la notion de domaine spécifique ou de *subject-matter* (discipline scolaire). McPeck (1990a), Lipman (2003) et d'autres rappellent cependant que cette critique est difficilement recevable, puisque la notion de pensée critique elle-même est plus problématique que l'est la notion de *subject-matter*, par exemple.

Quelle orientation pour la pensée critique en sciences à l'école ?

Que retenir de cette brève discussion lorsqu'on considère la pensée critique dans l'enseignement et de l'apprentissage des sciences ?

1. Il nous paraît que le recours à une série d'attributs (que certains associent même à un algorithme) pour définir la pensée critique est un piège, puisqu'il risque de réduire cette forme de pensée à une procédure technique. Comme le montent notamment Fawkes *et al.* (2005), la réussite des tâches ciblées par les attributs retenus ne peut témoigner d'une pensée complexe.

2. Je considère qu'il est plutôt prudent de définir la pensée critique à partir des fondements qui ont donné naissance au concept. C'est là que réside le noyau central et le principe organisateur du concept. En introduisant ce concept dans le paysage éducatif, les fondateurs voulaient que l'école ne se limite pas à (ou ne doit pas) offrir aux élèves ce qu'elle considère comme des vérités définitives, mais qu'elle doit les amener à être critiques et à découvrir : à exercer la rationalité et le scepticisme, à faire appel à un jugement (fondé sur une norme) et à poursuivre la quête de la connaissance par eux-mêmes (penser par eux-mêmes). Selon cette logique, il ne s'agit pas seulement d'amener les élèves à « se méfier » de ce qu'on leur raconte, mais à « se méfier » également de leur pensée et de leurs jugements spontanés (encourager chez eux le *self-correcting*, selon Lipman, 2003).

3. Je considère également, à la suite de nombreux auteurs dans le domaine (Ex. : Bailin, 2002), que la pensée critique est normative et contextuelle. Il est par conséquent important de déterminer pour chaque situation la « norme » (la référence) qui permet de juger de l'exercice ou de l'acquisition de cette pensée. C'est cette norme qui doit conduire à l'élaboration des dimensions et des attributs et, par conséquent, des items à utiliser dans les tests et dans les interventions visant le développement de cette pensée. Cette position a des implications importantes : les indicateurs spécifiques ne peuvent être énoncés préalablement pour définir la pensée critique, mais ils doivent découler des fondements de la pensée critique interprétés à la lumière du contexte analysé : par exemple, un enseignant face à une bagarre dans la classe, dans une situation d'enseignement sur l'origine de la vie ou encore du degré d'utilité de certains vaccins comme ceux développés contre le H1N1 ou le VPH.

En s'appuyant sur les principes organisateurs qui structurent les fondements de la pensée critique et sur les débats actuels entourant les finalités de l'éducation scientifique, je propose un cadre d'analyse de la pensée critique qui tient compte de trois dimensions.

1. Amener les élèves à juger de la crédibilité scientifique de ce qu'ils connaissent ou de ce qu'ils pensent connaître et à se distancier de leurs perceptions premières. Cela suppose une réflexion sur leurs propres connaissances et sur leurs origine. Le fait qu'ils voient le soleil « se lever » chaque matin, signifie-t-il que le Soleil tourne autour de la Terre? Les vêtements réputés chauds, le sont-ils parce qu'ils dégagent de la chaleur? Dewey dans son ouvrage *How we think ?* oppose à la « pensée ordinaire » la pensée réflexive : « thinking that is aware of its causes and consequences. To know the causes of ideas – the conditions under which they are thought – is to liberate ourselves from intellectual rigidity » (Lipman, 2003, p. 35). Les travaux de Vygotski (1934) nous invitent à amener les élèves à distinguer, d'une part, la sensation et la pensée et, d'autre part, les savoirs de sens commun et les savoirs scientifiques. Bachelard (1934) nous rappelle que les perceptions spontanées et l'opinion constituent des obstacles à la pensée scientifique. Il souligne également qu'« il vient un temps où l'esprit aime mieux ce qui confirme son savoir que ce qui le contredit, où il aime mieux les réponses que les questions » (p. 17).

2. Amener les élèves à questionner le savoir qu'on leur propose et à juger de sa crédibilité. Il s'agit, d'une part, d'engager les élèves eux-mêmes dans la production de ces savoirs en faisant appel aux processus scientifiques reconnus, dont les démarches d'investigation scientifique (formulation de problématiques scientifiques, établissement des faits et leur analyse, élaboration conceptuelle, argumentation, etc.). À la suite des travaux de Dewey, des auteurs contemporains voient dans ces démarches une voie prometteuse du développement de la pensée critique (Lipman, 2003). Il s'agit, d'autre part, d'engager les élèves dans des réflexions sur la nature des sciences (*nature of science* ou NOS) (Bartos et Lederman, 2014 ; Holbrook et Rannikmae, 2007 ; Jenkins, 2013 ; Lederman, Antink et Bartos, 2014) : c'est quoi le savoir scientifique ? Constitue-t-il un reflet de la réalité ou une construction-interprétation ? ; Comment est-il produit et validé ? ; etc. D'autres auteurs proposent l'introduction des élèves à la philosophie des sciences (Davson-Galle, 2014).

3. Amener les élèves à juger de manière éclairée de la place que les sciences occupent ou doivent occuper dans la société et comment elles façonnent la vie des individus et des groupes. Quelle est la part du scientifique, de l'idéologique, du politique, etc., dans les débats qui touchent certaines questions relatives à l'environnement ou à la santé ? Est-il utile de prendre certains vaccins comme ceux développés contre le H1N1 et VPH ? Qu'en est-il des effets sur les individus et sur les populations de certaines inventions comme les tours des téléphones cellulaires ou les compteurs « nouvelle génération » d'Hydro-Québec ? ; etc.

En conclusion…

Il est légitime d'un point de vue des fondements éducatifs de penser à une formation scolaire basée essentiellement sur le développement de capacités de pensée générales indépendantes des contenus disciplinaires et des contextes. Cette conception a déjà été fortement soutenue dans le passé aux États-Unis, par exemple, par le rapport du *Harvard Committee* (1945) intitulé *General education in a free society*, où le terme *general* a été utilisé dans le sens de *liberal* (Hirst, 1975). Ce rapport défendait l'idée d'une éducation centrée sur le développement de certaines habiletés générales jugées centrales dans la formation des élèves : penser efficacement, communiquer la pensée, formuler des jugements pertinents, distinguer entre les valeurs, etc. L'espace réservé à ce texte ne permet pas de souligner les défis que rencontre cette manière de penser l'éducation. J'ai présenté ailleurs (Hasni, 2001) les réserves que des auteurs comme Hirst (1975), grand défendeur d'une éducation libérale, émettent à l'égard de cette conception de l'éducation. Le point de vue défendu dans ce texte est que l'éducation scolaire doit passer fondamentalement par les savoirs scientifiques (au sens large), puisque ceux-ci peuvent être contestés et soumis à la preuve par les élèves eux-mêmes. Dans cette vision, la pensée critique fait partie intégrante de la pensée scientifique.

Tout en proposant un cadre d'analyse de la pensée critique en sciences, je voulais souligner l'importance de se limiter dans la définition de ce concept à son noyau organisateur et de se méfier de le présenter de manière fermée comme une série d'habiletés que certains associent même à une procédure algorithmique. Puisque la pensée critique, selon la vision défendue dans ce texte, est contextuelle, deux conséquences doivent être assumées. La première est que cette pensée est normative. Il faut par conséquent déterminer pour chaque contexte les normes (la référence) qui permettront de juger cette pensée. La deuxième conséquence est de s'appuyer autant sur les fondements de la pensée critique que sur les exigences de chaque contexte pour élaborer les attributs et les indicateurs à utiliser pour étudier (ou développer) la pensée critique.

RÉFÉRENCES

Bachelard, G. (2004). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective* (10e ed.). Paris : Librairie philosophique J. Vrin.

Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education 11*(4), 361–375.

Bartos, S. A. et Lederman, N. G. (2014). Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching, 51*(9), 1150-1184.

Davson-Galle, P. (2004). Philosophy of science, critical thinking and science education. *Science & Education 13*(6), 503–517

Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership, 43*(2), 44-48.

Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher, 18*(3), 4-10.

Ennis, R. H. (1990). The extent to which critical thinking is subject-specific: Further clarification. *Educational Researcher, 19*(4), 13-16.

Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Research findings and recommendations.* Newark, DE: American Philosophical Association. http://eric.ed.gov/?id=ED315423

Fawkes, D., O'Meara, B., Weber, D. et Flage, D. (2005). Examining the exam: A critical look at the California critical thinking skills test. *Science & Education, 14*, 117-135.

Glass, R. J. (2013). Tacit beginnings towards a model of scientific thinking. *Science & Education, 22*(10), 2709-2725.

Gottesman, A. J. et Hoskins, S. G. (2013). CREATE cornerstone: Introduction to scientific thinking, a new course for STEM-interested freshmen, demystifies scientific thinking through analysis of scientific literature. CBE - *Life Sciences Education, 12*(1), 59-72.

Harvard Committe. (1945). General education in a free society. Report of the Harvard Committe. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Hasni, A. (2001). *Les représentations d'une discipline scolaire – l'activité scientifique – et de sa place au sein des autres disciplines formant le curriculum chez des instituteurs marocains.* Thèse de doctorat (Ph.D.), Université de Sherbrooke.

Hirst, P. (1975). Liberal education and the nature of knowledge. *In* P. Hirst, *Knowledge and the curriculum. A collection of philosophical papers.* (16-29). London: Routledge and Kegan Paul.

Holbrook, J. et Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education, 29*(11), 1347-1362.

Jenkins, E. W. (2013). The 'nature of science' in the school curriculum: the great survivor. *Journal of Curriculum Studies, 45*(2), 132-151.

Knaggs, C. M. et Schneider, R. M. (2012). Thinking like a scientist: Using vee-maps to understand process and concepts in science. *Research in Science Education, 42*(4), 609-632.

Lederman, N. G., Antink, A. et Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education, 23*(2), 285-302.

Lipman, M. (2003). *Thinking in education.* New York: Cambridge University Press.

McPeck, J. E. (1990). *Teaching critical thinking: dialogue and dialectic.* New York: Routledge.

McPeck, J. E. (1990b). Critical thinking and subject specificity: A reply to Ennis. *Educational Researcher, 19*(4), 10-12.

Miri, B., Ben-Chaim, D. et Zoller, U. (2007). Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in Science Education, 37*(4), 353-369.

Norris, S. (1989). Can we test validly for Cricital Thinking? *Eduactional Researcher, 18*, 21 - 26.

Quitadomo, I. J., Brahler, C. J. et Crouch, J. C. (2009). Peer-led team learning : a prospective method for increasing critical thinking in undergraduate science courses. *Science Educator, 18*(1), 29-39.

Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking? New directions in science education. *School Science Review, 95*(352), 53-62.

Sternberg, R. (1985). Critical thinking : Its nature, measurement and improvement. In Frances, R. L. (dir.), Essays on the intellect (p. 45-70). Alexandria, VA: ASCD (Association for Supervision and Curriculum Development).

Quivy, R. et Van Campenhoudt, L. (1995). *Manuel de recherche en sciences sociales* (2e éd.). Paris : Dunod

Vygotski, L. (1997). *Pensée et langage.* Paris : La Dispute (1re éd. 1934).

Commenter l'article

La formation de la pensée à l'école : vers une dialogique entre le générique et le spécifique

Mathieu Gagnon

La formation de la pensée : des ancrages jusque dans l'Antiquité !

L'intérêt pour le développement de la pensée n'appartient pas en propre à l'époque contemporaine. Déjà chez Aristote, à travers ses écrits regroupés sous ce qu'il est désormais convenu d'appeler *l'Organon (Catégories ; De l'interprétation ; Premiers analytiques ; Seconds analytiques ; Topiques ; Réfutations sophistiques)*, nous retrouvions cette volonté de développer une « science » de la pensée, de ses modes de fonctionnement, de ses composantes, de ses rouages, des différentes structures profondes permettant de déterminer la validité des relations qu'elle dessine… Une telle entreprise de développement de savoirs autour de la pensée et de ses mouvements n'était par ailleurs pas désintéressée; elle visait, en première instance, à fournir les outils nécessaires afin de se prémunir contre les sophismes, de s'approprier les outils propres à une démarche de pensée qui soit rigoureuse. Bien entendu, une telle position centrée sur les règles et principes de la logique dite formelle contient des présupposés épistémologiques importants, dont ceux entre autres du primat d'une certaine rationalité (pour ne pas dire d'une rationalité certaine) comme voie d'accès aux structures du monde, ainsi que celui du caractère « transversal [1] » de la logique et de l'appropriation de ses règles par le recours à une approche décontextualisée. Ces présupposés épistémologiques, qu'ils soient de l'ordre de notre rapport à la «vérité» ou à l'apprentissage, sont d'ailleurs toujours discutés aujourd'hui, en témoignent la parution récente de l'essai de Barrau (2016) sur la vérité dans les sciences, les tensions inépuisables entre (socio) constructivistes et cognitivistes dans le monde de l'éducation ou encore les débats toujours nombreux sur le soi-disant caractère transversal de certaines compétences, dont la pensée critique, et sur les moyens de les développer [2].

[1] Dans le cadre de ce texte, nous considérerons comme équivalents les termes « transversal » et « générique ».

[2] Voir à cet égard le texte de Hasni à l'intérieur du présent dossier thématique.

En somme, l'intérêt pour la formation de la pensée ne date pas d'hier et est toujours bien présent dans les programmes, peut-être plus que jamais d'ailleurs, comme en fait foi cette indication du Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur (MEES) du Québec, à laquelle nous faisions référence en introduction à ce dossier, à l'effet qu'un programme axé sur le développement de compétences « invite [...] à se recentrer sur la formation de la pensée » (Gouvernement du Québec, 2001, p. 4). Mais cette formation de la pensée, quelle forme devrait-elle prendre? Doit-elle être structurée, comme c'est souvent le cas — notamment en philosophie —, autour d'un enseignement formel de différents principes et règles de logique qu'il suffirait d'entrainer par le recours à des exercices ? Devrait-on plutôt, à l'image de ce que propose Baillargeon (2013), opter pour une approche fondée sur une « forte » instruction, dans et par les savoirs disciplinaires, avec le présupposé que de favoriser l'enrichissement des connaissances générales dans différents domaines permettrait, par effet domino, la formation de la pensée, et *a fortiori* dit-il, de la pensée critique? Doit-on, pour emprunter les mots de Montaigne, travailler sur une *tête bien faite* ou plutôt sur une *tête bien pleine*? Une tête bien pleine conduit-elle à avoir une tête bien faite, et inversement ?

La pensée : quels repères pour la formation des élèves et des futurs enseignants ?

L'univers de la pensée est éminemment complexe. Dès lors, toute tentative de compréhension et de modélisation à son égard apparaît en quelque sorte hasardeuse et est, au final, vouée à ne fournir qu'une indication partielle sur ce qu'elle pourrait être et sur ses modalités de fonctionnement. Néanmoins, il existe différents modèles à partir desquels il est possible d'identifier des repères pour l'action enseignante lorsque nous souhaitons œuvrer à la formation de la pensée des élèves. Précédemment, nous faisons référence aux règles et principes de logique qui peuvent, à certains égards, guider l'intervention éducative et meubler des contenus d'enseignement. Certains diront à ce sujet que l'enseignement de la logique formelle n'a que peu d'impact au final sur l'action en situation, tant les principes qui y sont associés sont dépouillés des cadres spécifiques (disciplines, paradigmes, etc.) dans lesquelles ils prennent forme en situation. Cette critique n'est pas totalement fausse et déjà, en 1996, Bernard Rey indiquait que les expérimentations menées dans le cadre d'ateliers de raisonnement logique (ARL) n'avaient que peu de retombées, tant la structure de surface, en contexte, l'emporte parfois sur la structure profonde. Semblablement, concernant la pensée critique, la stricte dimension logique à laquelle elle a été longtemps associée, voire réduite, n'a finalement été considérée que comme une dimension parmi d'autres, puisqu'il est apparu que la performance à des tests de raisonnements logiques n'était pas nécessairement un indicateur de la manière dont une personne mobilisait sa pensée critique en situation d'interaction, particulièrement lorsqu'il est question de sujets sensibles ou pour lesquels la seule logique ne saurait suffire à trancher. À cet égard, il est désormais reconnu que l'exercice d'une pensée critique n'est pas seulement d'ordre cognitif, mais également et surtout social et affectif, impliquant par le fait même la mobilisation d'attitudes particulières (ouverture d'esprit, respect, autocorrection, etc.).

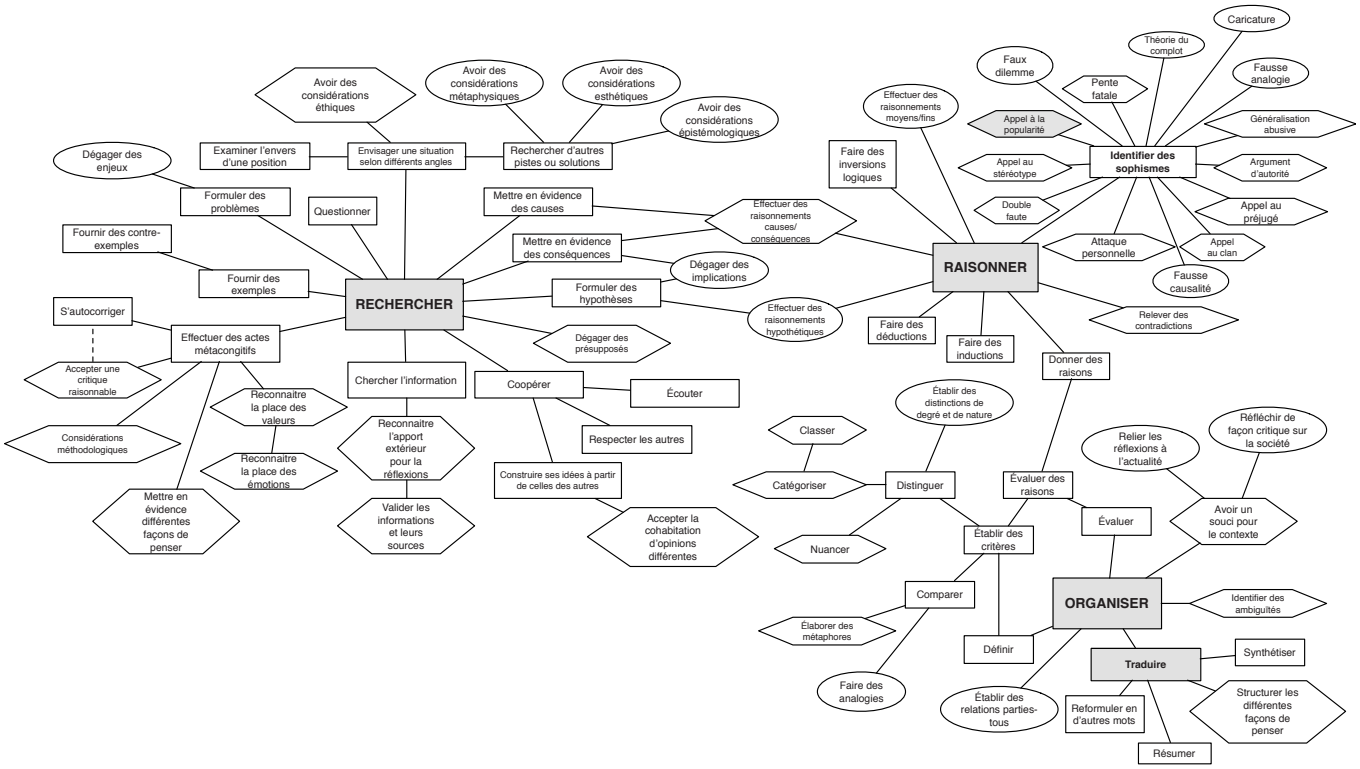
Par contre, soutenir que l'enseignement de la logique est pratiquement inutile ou n'est que d'un apport minimal pour l'action en situation serait, à notre avis, tout aussi déraisonnable que de prétendre qu'il est suffisant. L'un des arguments fondant cette critique est celui selon lequel un tel type d'enseignement demeure peu signifiant parce que décontextualisé, en ce sens où il s'exprimerait à l'extérieur des disciplines ou des domaines d'apprentissage, tels que les sciences, l'histoire, l'éthique, les mathématiques, les langues, etc. Seulement, une critique de cet ordre semble omettre de considérer le fait que la logique constitue une discipline en elle-même et qu'à ce titre, son enseignement ne se situe pas hors » des disciplines. Autant soutenir, face à un tel argument, que l'enseignement de règles mathématiques ou encore que la présentation générale des principales phases de résolution d'un problème scientifique n'ont pas leur place à l'école. Ici, de la nécessité ne devrait pas découler la suffisance…

En outre, hormis la logique formelle, nous pouvons également nous référer aux différents savoirs développés autour de la logique informelle afin de fournir aux enseignants des repères en vue de former la pensée de leurs élèves. Certains d'entre eux figurent d'ailleurs au rayon des éléments de contenus de la compétence 3 (*pratiquer le dialogue*) du programme d'Éthique et Culture Religieuse (Gouvernement du Québec, 2008). La plupart du temps, ces éléments sont présentés comme des habiletés de pensée (*thinking skills*) ou encore des outils de la pensée. Ces habiletés sont nombreuses et organisées de différentes manières dans les écrits. Dans le monde de l'éducation, l'organisation la plus connue et la plus répandue est sans doute la taxonomie de Bloom *et al.* (1956), plus particulièrement les composantes se retrouvant sous les différentes catégories associées au domaine cognitif (connaissance, compréhension, application, analyse, synthèse et évaluation). Dans le contexte de cette taxonomie, il convient de considérer ces différentes catégories comme autant de niveaux, les habiletés regroupées sous « connaissance » (p. ex. mémoriser, nommer, répéter, etc.) étant considérées plus simples que celles se retrouvant sous la catégorie « évaluation » (p. ex. comparer, juger, critiquer, justifier, etc.), lesquelles sont considérées plus complexes. Cette idée de niveaux de complexité eu égard aux habiletés de pensée se retrouve également bien présente dans les écrits sur la pensée critique, laquelle convoquerait, selon plusieurs, la recours à des habiletés de pensée de haut niveau (*higher-order thinking skills*) (Paul, 1990). Nous reviendrons sous peu sur cette question.

Nous retrouvons par ailleurs d'autres essais d'organisation qui ne sont pas structurés, a priori, sur une telle logique de progression de la complexité. C'est le cas, notamment, des travaux de Lipman et de ceux qui les ont poursuivis (Sasseville et Gagnon, 2012 ; Gagnon et Yergeau, sous presses). Dans ce cas, les différentes habiletés de pensée sont regroupées autour de ce que Lipman appelle des « actes mentaux », lesquelles représentent des catégories générales à l'intérieur desquelles se retrouvent différentes habiletés « spécifiques ». Lipman (2003) identifie 4 actes de ce type : 1) l'acte de chercher ; 2) l'acte de raisonner ; 3) l'acte d'organiser l'information ; 4) l'acte de traduire. À l'intérieur de ces catégories se retrouvent plus d'une centaine d'habiletés distinctes. Dans la foulée de ces travaux, Sasseville et Gagnon (2012), puis Gagnon et Yergeau

(sous presses), sur la base de l'analyse d'activités de dialogues philosophiques menées avec des enfants et des adolescents, ont regroupés ces habiletés en 3 actes principaux, à savoir l'acte de chercher, de raisonner et d'organiser l'information (puisque l'acte de traduire est considéré comme une composante de l'organisation de l'information). La figure 1 présente les différents éléments relevés en lien avec ces catégories (Gagnon et Yergeau, sous presses).

L'acte de penser



Dans le cadre de nos travaux menés depuis une quinzaine d'années auprès d'adolescents pratiquant le dialogue philosophique, ces éléments représentent la trame d'un programme de formation à la pensée s'échelonnant sur une période de 5 années scolaires. À nos yeux, il s'agit de repères précieux pour quiconque souhaite œuvrer au développement de la pensée des jeunes. Examinons brièvement quelques-uns des principes qui en guident l'utilisation.

Les habiletés de pensée : entre la complexité interne et la complexité contextuelle

Précédemment, nous faisions allusion au fait que chez certains auteurs, notamment dans le champ de la pensée critique, les habiletés intellectuelles sont régulièrement abordées sous l'angle d'un continuum allant des habiletés considérées « simples » vers les habiletés considérées « complexes », comme si ces niveaux de complexité existaient en eux-mêmes, sans égard aux contextes dans lesquels ces habiletés prennent forme. Nous ne pouvons malheureusement pas déployer ici toutes les apories auxquelles conduit une telle posture.

Mentionnons simplement que nous ne partons pas du principe qu'une habileté puisse nécessairement être plus ou moins complexe qu'une autre *en elle-même*, mais que ce niveau de complexité est intimement lié aux contextes dans lesquels l'habileté est mobilisée (Sasseville et Gagnon, 2012). Prenons un exemple afin d'illustrer notre propos. L'habileté à définir n'est pas en elle-même plus « simple » ou plus « complexe » que celle consistant à comparer. Tout dépend, à notre avis, de ce sur quoi porte la définition ou la comparaison… Il y a une différence de degré importante entre définir un crayon et définir la justice… C'est pourquoi également nous ne partons pas du principe que ces habiletés sont à développer, encore moins à mobiliser, de manière entièrement linéaire et progressive selon une logique de complexification définie *a priori*, mais qu'elles sont plutôt à considérer en fonction des contextes dans et par lesquels nous souhaitons les développer, de manière itérative et selon les liens qui se dessineront entre elles en situation.

Les habiletés de pensée : entre le générique et le spécifique

De prime abord, lorsque nous examinons la figure 1, nous pourrions être portés à croire que nous abordons ces différentes habiletés de manière générique et décontextualisée. Il apparaît, en effet, qu'elles présentent un certain degré de généralité en ce sens où, pour la plupart, elles peuvent (et doivent dans certains cas) se manifester à l'intérieur d'une grande variété de situations ou encore qu'elles sont convoquées dans la mise en œuvre de différents types ou modes de pensée. Ainsi, par exemple, l'habileté consistant à comparer et / ou à distinguer revêt une certaine importance, selon les objets ou les problèmes étudiés, tant en éthique qu'en philosophie, en histoire, en sciences ou en mathématiques. Il s'agira, dans tous les cas, de prendre soin de mettre en évidence des différences et / ou des ressemblances, et cela n'est pas propre à un domaine en particulier. Seulement, pouvons-nous sur cette base affirmer que de comparer ou de distinguer dans l'un de ces domaines consiste à mettre en œuvre les mêmes mouvements de pensée que ceux déployés dans un autre domaine ? Dit autrement, comparer des résultats d'expérimentations effectuées en laboratoire engage-t-il la même activité cognitive que de comparer deux époques, deux sociétés ou deux concepts philosophiques comme l'égalité et l'équité ?

Cela rejoint les critiques adressées à l'idée de compétence transversale, dont la pensée critique ferait partie. Cette idée n'est pas totalement nouvelle car, comme nous le disions en introduction, déjà elle se retrouvait en germe chez Aristote. C'est pourquoi il convient ici, selon nous, d'apporter une nuance. La transversalité n'est pas à confondre avec la transférabilité, comme le fait Fourez par ailleurs (2005). Le caractère transversal ou générique, que ce soit d'une habileté ou d'une compétence, ne correspond pas à autre chose, pour emprunter les mots de Rey (1996, p. 71), qu'à une « simultanéité d'émergence dans des domaines différents ». Il ne s'agit donc pas, en première instance, de la voir transférée par un individu à l'intérieur de domaines différents. Il s'agit plutôt de la voir apparaître dans différents domaines, quitte à ce que cette mobilisation soit effectuée par des personnes différentes. Ainsi, bien qu'il puisse

être difficile d'imaginer qu'une seule personne possède les connaissances, habiletés et attitudes nécessaires pour être critique en sciences, en histoire, en éthique, en philosophie, en mathématiques, en mécanique, en politique, etc., il n'est pas difficile de s'imaginer que différentes personnes puissent mobiliser leur pensée critique dans l'un ou l'autre de ces domaines.

C'est en quoi nous croyons que les habiletés de pensée que nous souhaitons développer chez les élèves relèvent à la fois d'une dimension générique (car autrement, comment pourrions-nous dire que tant en sciences qu'en histoire ou en éducation nous procédons à des processus de définition ?) ainsi que d'une dimension spécifique, la particularité des contextes venant dessiner en quelque sorte les contours de la forme. Plus concrètement, sous l'angle de la formation et de l'intervention, cela signifierait qu'il serait précieux de veiller à ce que les enseignants développent une certaine base de connaissances sur les éléments de la pensée, des connaissances qui ne se limiteraient évidemment pas à leur forme déclarative (nous y reviendrons), de manière à faire en sorte que ceux-ci soient en mesure, par la suite, de favoriser chez les élèves non pas tant un transfert de ces habiletés, mais une *mobilisation transversale*, c'est-à-dire qui s'inscrit dans une dialogique entre le générique et le spécifique.

Mais comment y parvenir ? La réponse à une telle question n'est certainement pas simple et de nombreux débats font toujours rage à son sujet. De manière générale cependant, il est possible d'identifier quatre tendances. Il y a d'abord les approches considérées «générales», dans lesquelles par exemple des cours de logique sont dispensés, et ce de manière autonome, sans être intégré à l'intérieur d'un domaine d'apprentissage ou un autre. Ensuite, il y a les approches dites par « immersion », dans lesquelles l'accent est mis sur un apprentissage approfondi d'un domaine en particulier, sans que les éléments de la pensée ne constituent des centres d'intérêts explicites de formation; ainsi, ils demeurent implicites dans les contenus d'enseignement. Troisièmement, il y a les approches dites par « infusion », c'est-à-dire des approches dans lesquelles l'accent est d'abord mis sur l'enseignement disciplinaire, mais qui comprennent des espaces dédiés à rendre explicites les éléments de pensée convoqués dans les savoirs et compétences disciplinaires. Finalement, il y a les approches dites « mixtes » qui combinent à la fois les approches générales et les approches par infusion. À cet égard, notons qu'une méta-analyse menée par Abrami *et al.* (2008) au sujet de la pensée critique tend à montrer que les approches mixtes sont celles dont les résultats sont les plus probants, et que celles par immersion présentent les résultats les plus faibles.

Dans le cadre de nos travaux sur les pratiques philosophiques (ou situations d'apprentissages philosophiques — SAP), et ce tant en ce qui a trait à la formation des élèves que des enseignants, nous avons développé une stratégie qui s'inspire des approches mixtes. À la lumière de nos expériences, il nous est apparu que l'une des façons efficaces de travailler était de favoriser le développement de trois types de métaconnaissances : 1) déclaratives ; 2) procédurales ; 3) situées ou contextuelles (Gagnon, 2014a, 2014b ; Gagnon et Yergeau, sous presses). À l'intérieur de l'espace déclaratif, nous proposons aux apprenants

des discussions visant à définir et à comprendre les différentes habiletés, de manière explicite, ainsi que les relations qu'elles entretiennent ensemble. Les habiletés abordées sont sélectionnées notamment en fonction du type d'activité qui sera proposée par la suite. L'espace procédural vise à proposer une certaine forme d'entrainement à des habiletés particulière. Par exemple, nous pouvons proposer un exercice dans lequel les apprenants seront appelés à relever des présupposés, qu'ils soient d'ordre logique, situationnel ou théorique. Finalement, l'espace contextuel est destiné à permettre aux apprenants de mobiliser en action les habiletés ciblées ainsi qu'à les repérer en situation complexe. Cet espace nous semble particulièrement déterminant car malgré des connaissances déclaratives et procédurales solides, cela ne garantit pas que les personnes seront aptes à mobiliser, à repérer ou encore (pour les enseignants) à susciter la mobilisation des habiletés en situation, et ce, lorsqu'il est pertinent de le faire. Pour cela, il est besoin d'un contexte qui vise non seulement à identifier les habiletés qui ont été mobilisées, mais également et surtout qui permette de relever les moments où certaines ne l'ont pas été alors qu'il aurait été souhaitable de les voir apparaître. C'est pourquoi nous travaillons avec des observateurs dont le mandat est double, c'est-à-dire que leurs observations doivent comprendre à la fois un volet descriptif et un volet prescriptif.

Bien entendu, cette approche est perfectible et certains pourraient la critiquer en nous taxant d'être cognitivistes — comme si le simple fait d'être cognitiviste, ou de s'en inspirer, constituait en soi un argument pour rejeter une proposition! Nous ne pouvons pas étayer ici dans le détail des fondements épistémologiques de notre approche, mais souhaitons tout de même relever que bien que certains éléments y apparaissant soient en quelque sorte tirés d'une forme de cognitivisme (notamment à la Tardif), il n'en demeure pas moins que la trame sur laquelle ils s'appuient n'est pas à proprement parler cognitiviste. Seulement, nous sommes d'avis que les métaconnaissances déclaratives et procédurales constituent des leviers importants, voire nécessaires, mais ne sauraient certainement pas être suffisants. Prenons une analogie — laquelle comprend, comme toute analogie, des limites importantes — afin d'illustrer notre propos. L'entrainement sportif comprend bien une forme ou une autre d'élémentation et de répétition. Seulement, celles-ci ont pour objectif de rendre l'athlète plus performant en situation. Inévitablement, celui-ci devra mobiliser et combiner ce qu'il a développé lors des entrainements, de manière efficace selon les paramètres toujours particuliers de la situation. Or, si cela est valable pour l'entrainement et la performance sportive, pourquoi ne le serait-il pas, en partie du moins, pour l'entrainement et la performance intellectuelle ?

L'une des limites, par contre, que nous avons repérées à travers nos travaux est la difficulté pour les élèves de mobiliser ces apprentissages dans un contexte différent que celui des pratiques philosophiques. Plusieurs raisons tendent à expliquer cette difficulté. L'une d'entre elles tient notamment au fait que malgré qu'ils affirment repérer des moments où ils pourraient le faire dans d'autres domaines d'apprentissage, le contrat didactique étant si différent qu'ils n'osent pas s'y aventurer. Une autre raison, liée à la première, tient au

fait qu'à l'intérieur de la plupart des domaines d'apprentissage, peu ou pas d'espace sont réservés pour mettre en évidence les éléments de pensée qui s'y manifestent, soit dans les contenus ou leurs organisations, soit dans les démarches... Or, il nous apparaît que si nous souhaitons favoriser, chez les élèves, une mobilisation transversale, il est essentiel que la mise en évidence de ces éléments de la pensée soit prise en charge soit par l'ensemble des enseignants (au secondaire), soit par les enseignants dans l'ensemble des domaines (au primaire). Seulement, pour cela, au moins deux conditions semblent devoir être remplies. D'abord, il serait primordial d'offrir aux enseignants, idéalement dans le cadre de leur formation initiale, des cours orientés spécifiquement sur ces aspects qui, rappelons-le, relèvent eux aussi de savoirs disciplinaires (Abrami *et al*, 2008). Sur ce point par contre, nous sommes à l'évidence loin de la coupe aux lèvres! Ensuite, il serait particulièrement important de mettre en route des recherches permettant de mieux comprendre comment il est possible de permettre aux élèves, particulièrement chez les enfants, de s'approprier ces métaconnaissances de manière opératoire et d'en favoriser la mobilisation transversale. Dit autrement, il serait précieux de mettre sur pied ce que nous pourrions appeler une « didactique » de la pensée qui soit en dialogue avec les dimensions génériques et spécifiques qui en caractérisent l'exercice.

RÉFÉRENCES

MEQ. (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement préscolaire et primaire.* Québec : Bibliothèque nationale du Québec.

Baillargeon, N. (2013). *Légendes pédagogiques. L'autodéfense intellectuelle en éducation.* (P. de Brousse, Ed.). Montréal.

Rey, B. (1996). *Les compétences transversales en question. Collection Pédagogies* (2nd ed.). Book, Paris : ESF.

MELS. (2008). *Programme de formation de l'école québécoise. Éthique et culture religieuse.* Québec: Bibliothèque nationale du Québec.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain.* New York: David McKay Co Inc.

Paul, R. (1990). *Critical thinking : What every person needs to survive in rapidly changing world.* Sonoma: Center for Critical Thinking and Moral Critique.

Lipman, M. (2003). *Thinking in education.* Book, New York: Cambridge University Press.

Sasseville, M. et Gagnon, M. (2012). P*enser ensemble à l'école. Des outils pour l'observation d'une communauté de recherche philosophique en action.* Coll. Dialoguer (2e ed.). Québec : Presses de l'Université Laval.

Gagnon, M. et Yergeau, S. (sous presses). *La pratique du dialogue philosophique au secondaire. Vers une dialogiques entre théories et pratiques.* Coll. Dialoguer. Québec : Presses de l'Université Laval.

Fourez, G. (2005). Controverses autour de diverses conceptualisations (modélisations) des compétences transversales. (French). *Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education, 5*(3), 401 – 412.

Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Wade, A., Surkes, M. A., Tamim, R. et Zhang, D. (2008). Instructional Interventions Affecting Critical Thinking Skills and Dispositions: A Stage 1 Meta-Analysis. *Review of Educational Research, 78*(4), 1102–1134.

Gagnon, M. (2014a). La formation à l'animation de dialogues philosophiques par le développement de connaissances métacognitives : pourquoi et comment ?. *Diotime. Revue Internationale de didactique de la philosophie, 62*. Paris.

Gagnon, M. (2014b). Favoriser l'émergence d'une pensée critique par la pratique du dialogue philosophique : quels dispositifs pour le développement de métaconnaissances?, *Entre-vues. Pédagogie de la morale et de la philosophie.* Belgique. En lign : http://www.entre-vues.net/LinkClick.aspx?fileticket=gSqNxnzKRaU%3d&tabid=628

Commenter l'article

Description de l'intérêt situationnel d'élèves du secondaire dans le contexte de mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique en classe

Vincent Belletête

Mémoire de maitrise en éducation déposé par Vincent Belletête, le 22 octobre 2015

Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke

Membres du jury : Abdelkrim Hasni, directeur de recherche (Université de Sherbrooke) ; Patrice Potvin, codirecteur de recherche (Université du Québec à Montréal) ; Johanne Lebrun, examinatrice externe (Université de Sherbrooke).

Mots-clés : Intérêt situationnel, science et technologie, démarche d'investigation, enseignement secondaire

Divers rapports et études au Québec et ailleurs dans le monde mettent en évidence un déclin de l'intérêt des élèves à l'égard des sciences et de la technologie (S&T) (Hasni, Potvin, Belletête et Thibault, 2015 ; Krapp et Prenzel, 2011). Parmi les facteurs associés à l'intérêt des élèves, les recherches récentes tendent à indiquer que certaines interventions pédagogiques présentent le potentiel de générer et maintenir l'intérêt des élèves. L'une de ces interventions, la démarche d'investigation scientifique, se retrouve au cœur du curriculum de S&T dans le Programme de formation de l'école québécoise. À l'heure actuelle, les écrits scientifiques ont toutefois peu exploré les liens existant entre l'intérêt des élèves et les modalités d'opérationnalisation de cette démarche en classe de S&T au secondaire. L'objectif général de la recherche est donc de décrire l'intérêt situationnel d'élèves dans le contexte de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique en classe de S&T au secondaire.

Notre cadre de référence renvoie, en premier lieu, au concept d'intérêt (Hidi et Renninger, 2006) selon deux niveaux d'étude : 1) individuel ; 2) situationnel. Alors que l'intérêt individuel se caractérise par un désir intrinsèque et persistant d'entrer en relation et de comprendre un objet particulier, l'intérêt situationnel correspond quant à lui à l'intérêt généré par des situations spécifiques, par exemple, des modalités d'intervention par les enseignants dans un cours. Le niveau d'intérêt situationnel, qui nous concerne particulièrement dans cette recherche, se caractérise par trois dimensions : 1) cognitive ; 2) affective ; 3) reliée à la valeur. En second lieu, la démarche d'investigation scientifique se définie comme une démarche d'enseignement-apprentissage qui peut être mise en place en classe de S&T pour amener les élèves à acquérir ou construire des savoirs. Cette démarche se caractérise par quatre principales composantes : 1) la formulation du problème ; 2) la planification du recueil des données ; 3) le recueil des données ; 4) l'analyse, l'interprétation et la formulation de conclusions scientifiques (Windschitl, 2003).

Sur le plan méthodologique, une étude de cas a été menée sur une séquence d'enseignement de cinq cours basée sur la démarche d'investigation scientifique et pilotée par un enseignant auprès d'un groupe-classe de 25 élèves (n = 25) de 1ere secondaire. L'analyse des données s'est principalement appuyée sur les réponses des élèves à un questionnaire d'intérêt situationnel distribué à cinq reprises pendant la séquence. L'analyse s'est également appuyée sur l'observation vidéo des cinq cours et sur les entretiens pré-enregistrements réalisés avec l'enseignant participant.

Les résultats de notre recherche montrent que les élèves ont été engagés dans une démarche d'investigation structurée mettant en œuvre quatre principales composantes, soit 1) la formulation du problème ; 2) la planification du recueil des données ; 3) le recueil des données ; 4) l'analyse, l'interprétation et la formulation de conclusions. Les résultats dérivés des items quantitatifs indiquent que le niveau moyen d'intérêt situationnel des élèves est demeuré élevé et stable tout au long de la séquence des cinq cours et n'a pas varié de manière significative en fonction des cinq cours de la séquence. Les résultats issus des réponses ouvertes et qualitatives indiquent que les principaux moments de la séquence qui ont stimulé de manière plus marquée l'intérêt situationnel des élèves à la fois sur le plan de la dimension affective et de la dimension cognitive sont : 1) la présentation en grand groupe des hypothèses par les équipes d'élèves lors de la formulation du problème en début de séquence ; 2) la manipulation et le recueil des données tout au long de la séquence ; 3) l'utilisation des TIC lors de l'analyse des données; 4) l'écoute des présentations orales des autres.

RÉFÉRENCES

Hasni, A., Potvin, P., Belletête, V. et F. Thibault (2015). *L'intérêt pour les sciences et la technologie à l'école. Résultats d'une enquête auprès d'élèves du primaire et du secondaire au Québec.* Rapport de recherche. Université de Sherbrooke et Université du Québec à Montréal, Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie.

Hidi, S. et Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist, 41*(2), 111-127.

Krapp, A. et Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods and findings. *International Journal of Science Education, 33*(1), 27-50.

Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Teacher Education, 87*, 112-143.

Accessibilité : Plateforme Savoir UdeS.

La démarche de conception technologique dans les pratiques d'enseignement au secondaire au Québec : résultats d'une enquête par entrevues

Brahim El Fadil

Thèse de doctorat en éducation soutenue par Brahim El Fadil, le 15 Décembre 2016

Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke

Membres du jury : Enrique Correa Molina, président du jury (Université de Sherbrooke) ; Abdelkrim Hasni, directeur de recherche (Université de Sherbrooke) ; Joël Lebeaume, codirecteur de recherche (Université Paris-Descartes, France) ; Jean-Marc Drouet, codirecteur de recherche (Université de Sherbrooke) ; Fatima Bousadra, membre du jury interne (Université de Sherbrooke) ; Abdelkarim Zaid, membre du jury externe (École supérieure du professorat et de l'éducation de Lille Nord, France) et Martin Riopel, membre du jury externe (Université du Québec à Montréal).

Mots clés : Démarches technologiques, démarche de conception technologique, éducation technologique, pratiques déclarées, modalités d'enseignement de la démarche.

Cette recherche s'inscrit dans les préoccupations récentes du système éducatif québécois à l'égard de l'enseignement de l'éducation technologique d'une manière générale et de l'enseignement de la démarche de conception technologique en particulier au niveau secondaire. La récente réforme des programmes de formation de l'école québécoise marque une rupture avec les anciens programmes. Parmi les changements curriculaires majeurs, qui marquent la récente réforme, il y a l'intégration des sciences et des technologies en une seule discipline scolaire obligatoire pour les quatre premières années du secondaire, le recours à l'approche par compétences, la prise en compte des problématiques sociales et l'adoption d'une perspective épistémologique constructiviste.

Pour rendre compte de la contribution de l'éducation technologique, nous avons considéré une analyse à trois niveaux en nous basant sur les pratiques déclarées d'enseignants de science et technologie au secondaire. Le premier niveau est celui des contenus de cette discipline. Le deuxième niveau est celui des finalités que cette éducation poursuit. Le troisième niveau est celui des approches d'enseignement mises en œuvre pour enseigner les contenus de cet enseignement. À la démarche de conception technologique correspond un processus qui permet de mettre en relation les contenus technologiques (disciplinaires), la conception d'une solution à un problème utile (réalisation) et à l'acquisition des concepts de cette discipline. Nous avons constaté, par une recherche bibliographique, que l'enseignement de ce processus, qui compose l'objet de notre recherche, est peu abordé par la recherche dans le contexte québécois : si l'enseignement des sciences et technologies a fait l'objet de plusieurs recherches abordant les enjeux qu'il véhicule et leurs liens avec la formation des jeunes, la démarche de conception technologique est très peu abordée dans le contexte québécois.

Notre objectif général de recherche est de décrire les pratiques d'enseignement déclarées qui font appel à l'enseignement de la démarche de conception technologique. Ainsi, pour explorer les dimensions retenues, nous nous sommes intéressés aux pratiques déclarées des enseignants au niveau secondaire. L'étude s'est basée sur des entrevues réalisées auprès de 19 enseignants de science et technologie au secondaire.

Le cadre conceptuel retenu pour aborder notre objet de recherche se compose de trois concepts issus de la didactique de l'éducation technologique. Il s'agit d'une part de deux concepts disciplinaires, les savoirs technologiques et la démarche de conception technologique, et d'autre part le troisième concept qui est celui des pratiques d'enseignement déclarées. Ce dernier concept nous sert de base pour élaborer notre cadre d'analyse qui sera ensuite mobilisé pour appréhender les pratiques déclarées lorsque les enseignants mettent en œuvre des situations d'enseignement-apprentissage basées sur la conception technologique en classe.

Les résultats de l'étude montrent que les répondants entretiennent des conceptions et des définitions très variées à l'égard des caractéristiques de la démarche de conception technologique. Cela s'explique par la diversité des modalités de mise en œuvre de la démarche en classe. Par conséquent, pour certains, la situation d'enseignement-apprentissage présente, pour l'élève, un problème technologique à résoudre et sa résolution nécessite une démarche rigoureuse qui finira par la conception d'un objet répondant au besoin de départ, alors que pour d'autres, bien que leur situation d'apprentissage présente un problème, la démarche de résolution est laissée au tâtonnement et dans ce cas l'élève peut ou pas arriver à un produit final répondant au problème. Dans d'autres cas, la situation d'enseignement-apprentissage proposée pour l'élève présente non seulement un problème technique à résoudre, mais également sa solution. Pour construire son objet technique, l'élève n'a qu'à suivre la démarche fournie par l'enseignant, l'expert.

En outre, les objectifs du recours à la démarche de conception révèlent une centration sur les finalités soit d'ordre psychopédagogique (différentiation pédagogique, motivation et engagement des élèves, bonne méthode de travail, etc.), soit d'ordre sociologique (travail en équipe, collaboration, construction des connaissances en communauté, etc.). Quatre répondants seulement ont évoqué les finalités d'ordre épistémologique (comprendre les problèmes technologiques complexes, proposer différentes solutions aux problèmes technologiques, comprendre et donner du sens aux concepts technologiques, etc.).

Cette étude confirme une problématique dans les pratiques des enseignants lorsqu'ils traitent des contenus de l'univers technologique en général et de la démarche de conception en particulier.

L'arrimage entre l'histoire et l'éducation à la citoyenneté : quels positionnements dans les journaux grand public québécois ?

Marie-Christine Poulin

Mémoire de maitrise en éducation déposé par Marie-Christine Poulin, le 30 juin 2015

Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke

Membres du jury : Johanne Lebrun, directrice de recherche (Université de Sherbrooke); Sabrina Moisan, co-directrice de recherche (Université de Sherbrooke); Anderson Araújo-Oliveira, examinateur externe (Université du Québec à Montréal)

Mots clés : Arrimage, histoire, éducation à la citoyenneté, programme de formation de l'école québécoise, discours médiatique

Depuis la parution du *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ) du primaire et du secondaire (MEQ, 2001 ; 2005 ; MELS, 2006 ; 2007), l'éducation à la citoyenneté s'arrime officiellement à la discipline scolaire d'histoire (et de la géographie pour le primaire). Maintes recherches soulignent l'imprécision de la documentation officielle quant aux fondements et aux visées de cette éducation ainsi qu'aux liens qu'elle devrait entretenir avec la discipline scolaire de l'histoire (Guay et Jutras, 2004 ; Lefrançois et Éthier, 2008 ; Legendre, 2002 ; Moisan, 2010 ; Morel, 2007 ; Paulus, 2007 ; Wood et Lebrun, 2004). Cet arrimage soulève également de multiples réactions dans les médias (Cardin, 2010), qui sont à la base du questionnement de la présente recherche sur les positionnements adoptés dans des journaux québécois grand public (2000-2014).

Le cadre d'analyse soutenant l'investigation du discours tenu dans quatre journaux (*La Presse, Le Devoir Le Journal de Montréal, Le Journal de Québec*) repose sur les positionnements émanant de la documentation scientifique québécoise : 1) positionnements favorable, mitigé ou défavorable à cet arrimage en lien avec des

facteurs internes à la discipline de l'histoire et 2) positionnements favorable, mitigé ou défavorable à cet arrimage en lien avec des facteurs externes à la discipline de l'histoire. À partir de ces deux positionnements principaux, deux objectifs de recherche ont été dégagés : 1) Décrire les positionnements adoptés dans les textes publiés dans les journaux québécois grand public quant à l'arrimage entre histoire et éducation à la citoyenneté et ; 2) Dégager les convergences, les divergences et les spécificités des positionnements émanant des textes publiés dans les journaux grand public par rapport aux positionnements scientifiques.

La méthodologie retenue repose sur une analyse de contenu des textes publiés dans quatre journaux grand public québécois. Une grille d'analyse thématique mixte a été élaborée afin de recueillir les arguments et les positionnements émanant de ces journaux. Ces arguments ont par la suite été mis en relation avec le domaine professionnel des auteurs, collectifs d'auteurs, associations ou regroupements de personnes ayant rédigé ou ayant été cités dans les articles, le journal ayant publié le texte, la catégorie de ce texte et son angle d'entrée.

Les résultats de cette recherche montrent qu'un peu plus de la moitié des textes publiés dans ces quatre journaux grand public sont défavorables à l'arrimage entre histoire et éducation à la citoyenneté sur la base, notamment, d'arguments relatifs à l'interférence entre les finalités extrascolaires et les finalités disciplinaires. Les arguments présentés dans ces textes apparaissent davantage tranchés que ceux publiés dans des ouvrages ou périodiques scientifique : la liberté laissée aux auteurs de textes d'opinion ainsi qu'aux journalistes pourrait être l'une des causes expliquant ce constat. Il a également été observé que les médias consacrent une place majeure au débat entourant la transformation du contenu historique dans le programme de troisième et quatrième secondaires: plus de la moitié des textes du corpus de données analysé ont ce programme comme angle d'entrée et donc, traitent principalement de l'histoire nationale.

RÉFÉRENCES

Cardin, J.-F. (2010). Histoire et éducation à la citoyenneté : une idée qui a la vie dure. *In* M. Mellouki (dir.), *Promesses et ratés de la réforme de l'éducation au Québec* (p. 191-220). Québec : Presses de l'Université Laval.

Guay, L. et Jutras, F. (2004). L'éducation à la citoyenneté : quelle histoire ! *In* F. Ouellet (dir.), *Quelle formation pour l'éducation à la citoyenneté?* (p. 11-28). Sainte-Foy : Presse de l'Université Laval.

Lefrançois, D. et Éthier, M.-A. (2008). Éducation à la citoyenneté et démocratie délibérative en classe d'histoire : Dangers et précautions. *Revue des sciences de l'éducation, 34*(2), 443-464.

Legendre, R. (2002). *Stop aux réformes scolaires : Pour dénouer la crise maintenant !* Montréal : Guérin.

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2006). *Poursuivre le renouveau pédagogique.* Gouvernement du Québec.

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2007). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, deuxième cycle.* Gouvernement du Québec.

Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire Enseignement primaire.* Gouvernement du Québec.

Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) (2005). *Le renouveau pédagogique. Ce qui définit « le changement ».* Gouvernement du Québec.

Moisan, S. (2010). *Fondements épistémologiques et représentations sociales d'enseignants d'histoire du secondaire à l'égard de l'enseignement de l'histoire et de la formation citoyenne.* Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, Université de Montréal, Québec.

Morel, M. (2007). *Étude de cas portant sur les enseignantes et les enseignants en histoire et Éducation à la citoyenneté dans le contexte de la réforme au secondaire.* Mémoire de maîtrise en sciences de l'éducation, Université du Québec à Rimouski, Québec.

Paulus, G. (2007). *Les conceptions de l'éducation à la citoyenneté et de l'éducation civique dans les manuels scolaires de l'enseignement secondaire du Québec et du Luxembourg.* Mémoire de maîtrise en sciences de l'éducation, Université de Sherbrooke, Québec.

Wood, J. M. et Lebrun, N. (2004). *Les réformes en éducation au Québec : réflexion sur la nature du paradigme et du processus de changement mis en place.* Communication présentée à la huitième biennale de l'éducation et de la formation, organisée par l'INRP et l'APRIEF, Lyon, 14-17 avril.

Accessibilité : plate-forme Savoir UdeS

Articles avec comité de lecture

Araújo-Oliveira, A., Lenoir, Y. et Lebrun, J. (2016). O trabalho docente face às zonas de sombra do discurso governamental no Québec: Análise crítica das práticas de ensino prescritas em ciências humanas e sociais no primário. *Trabalho (En)Cena, 1*(1), 157-183. (Trad. : Le travail enseignant face aux zones d'ombre des orientations et prescriptions gouvernementales : analyse critique des pratiques prescrites en sciences humaines et sociales au primaire au Québec).

Hasni, A., Roy, P. et Dumais, N. (2016). The teaching and learning of diffusion and osmosis: What can we learn from analysis of classroom w? A case study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12*(6), 1507-1531. http://www.iserjournals.com/journals/eurasia/articles/10.12973/eurasia.2016.1242a

Hasni, A., Bousadra, F., Belletête, V., Benabdallah, A., Nicole, M.-C. et Dumais, N. (2016). Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: a systematic review. *Studies in science education, 52*(2), 199-231. http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03057267.2016.1226573

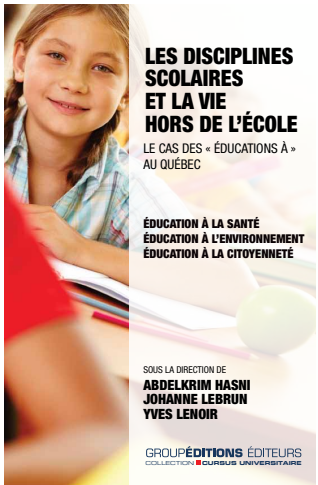
Lebeaume, J. et Hasni, A. (2016). La technologie prescrite à l'école en France et au Québec : aperçu historique et mutations contemporaines (1960-2015). *Spirale – Revue de Recherches en Éducation, 58, 67-79.*

Lebrun, J. et Tutiaux-Guillon, N. (2016). Des disciplines scolaires en mutation? Regards croisés France, Québec... et ailleurs.- Présentation. *Spirale – Revue de Recherches en Éducation, 58*, 3-7.

Lenoir, Y. et Hasni, A. (2016). Interdisciplinarity in primary and secondary school: Issues and perspectives. *Creative Education, 7*, 2433-2458. http://dx.doi.org/10.4236/ce.2016.716233

Livres

Gagnon, M. et Yergeau, S. (2016). *La pratique du dialogue philosophique au secondaire : vers une dialogique entre théories et pratiques.* Québec : Presses de l'Université Laval.



Hasni, A., Lebrun, J. et Lenoir, Y. (2016). *Les disciplines scolaires et la vie hors de l'école. Cas des « éducations à » au Québec. Éducation à la santé, éducation à l'environnement et éducation à la citoyenneté.* Montréal : Groupéditions Éditeurs.

Lenoir, Y., Froelich, A. et Zuniga, V. (2016). *La reconnaissance à l'école : Perspectives internationales.* Québec : Presses de l'Université Laval.

Chapitres de livres

Hasni, A., Benabdallah, A. et Dumais, N. (2016). L'éducation à la santé dans les manuels de sciences et technologies du secondaire au Québec. Visées, savoirs et actions en jeu. *In* A. Hasni, J. Lebrun et Y. Lenoir (dir.), *Les disciplines scolaires et la vie hors de l'école. Cas des « éducations à » au Québec. Éducation à la santé, éducation à l'environnement et éducation à la citoyenneté* (p. 33-70). Montréal : Groupéditions Éditeurs.

Brouillette, N., Potvin, P., Samson, G. et Hasni, A. (2016). The effect of technological design processes (TDP)-based activities on students' interest in science and technology classes. *In* Z. Smyrnaiou, M. Riopel et M. Sotirious (dir.), *Recent Advances in Science and Technology Education, Ranging from Modern Pedagogies to Neuroeducation and Assessment* (p. 363-370). Newcastle, UK: Cambridge Scholars Publishing.

Bruyère, M.-H., Potvin, P., et Hasni, A. (2016). A review on girls and their interest for science and technology: Which questions do researchers ask and how do they answer Them? *In* Z. Smyrnaiou, M. Riopel et M. Sotirious (dir.), *Recent Advances in Science and Technology Education, Ranging from Modern Pedagogies to Neuroeducation and Assessment* (p. 334-346). Newcastle, UK: Cambridge Scholars Publishing.

Hasni, A., Lebrun, J. et Lenoir, Y. (2016). De la complexité de la prise en considération des « éducations à » dans les disciplines scolaires- Introduction. *In* A. Hasni, J. Lebrun et Y. Lenoir (dir.), *Les disciplines scolaires et la vie hors de l'école. Cas des « éducations à » au Québec. Éducation à la santé, éducation à l'environnement et éducation à la citoyenneté* (p. 1-9). Montréal : Groupéditions Éditeurs.

Lebrun, J., Morin, M.-P. et Bousadra, F. (2016). Le traitement des domaines généraux de formation dans les manuels scolaires québécois du primaire en sciences humaines et sociales, sciences et technologies et mathématiques: convergences et divergences disciplinaires. *In* A. Hasni, J. Lebrun et Y. Lenoir (dir.), *Les disciplines scolaires et la vie hors de l'école. Cas des éducations au Québec: éducation à la santé, éducation à l'environnement et éducation à la citoyenneté* (p. 11-32). Montréal : Groupéditions Éditeurs.

Moisan, S. (2016). Éduquer à la citoyenneté en classe d'histoire : quel impact sur l'enseignement disciplinaire de l'histoire? *In* A. Hasni, J. Lebrun et Y. Lenoir (dir.) *Les disciplines scolaires et la vie hors de l'école. Le cas des « éducations à » au Québec Éducation à la santé, éducation à l'environnement et éducation à la citoyenneté* (119-140). Montréal : Groupéditions Éditeurs.

Moisan, S. (2016). L'Holocauste et l'histoire nationale du Québec et du Canada : Quelles voies emprunter ? *In* S. Hirsch, M. McAndrew, G. Audet et J. Ipgrave (dir.), *Judaïsme et éducation. Enjeux et défis pédagogiques* (p. 77-96). Québec : PUL, Coll. La vie dans la classe.

Direction de numéros thématiques

Lebrun, J. et Tutiaux-Guillon, N. (2016). Des disciplines scolaires en mutation ? Regards croisés France, Québec... et ailleurs.- Présentation. *Spirale – Revue de Recherches en Éducation, 58*.

Organisation de colloques

Bousadra, F., Hasni, A. et Lebeaume, J. (2016). *Les démarches d'investigation scientifique et de conception technologique et les « contextes » pédagogiques. Cas de l'enseignement par projets et de l'interdisciplinarité*. Colloque au 84e congrès de l'ACFAS, UQAM, 9-10 mai.

Articles à caractère professionnel

Hasni, A. et Potvin, P. (2016). Rehausser l'intérêt des élèves pour favoriser l'apprentissage des sciences et la technologie et la poursuite des études et des carrières dans le domaine. *Apprendre et enseigner aujoud'hui (revue du Conseil pédagogique interdisciplinaire du Québec)*, *6*(1), 36-40. http://fr.calameo.com/read/001898804ebd0d864395d

Lenoir, Y. et Hasni, A. (2015). Interdisciplinarité scolaire : de quoi parle-t-on ? *Cahiers pédagogiques, 521*, 13-14.

Lenoir, Y. et Hasni, A. (2015). Le curriculum québécois. *Cahiers pédagogiques, 521*, 21-22.

Auteurs

Abdelkrim Hasni

Directeur du CREAS
Professeur titulaire à la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke
Courriel : Abdelkrim.Hasni@USherbrooke.ca

Johanne Lebrun

Co-directrice du CREAS
Professeure titulaire à la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke
Courriel : Johanne.Lebrun@USherbrooke.ca

Mathieu Gagnon

Professeur à la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke
Courriel : Mathieu.Gagnon3@USherbrooke.ca

Sabrina Moisan

Professeure à la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke
Courriel : Sabrina.Moisan@USherbrooke.ca

Fatima Bousadra

Professeure adjointe à la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke
Courriel : Fatima.Bousadra@USherbrooke.ca

Patrick Roy

Professeur en didactique des sciences et responsable de l'Unité de recherche et développement sur l'enseignement et l'apprentissage des disciplines scientifiques, Haute école pédagogique Fribourg, Suisse
Courriel : royp@edufr.ch

Yves Schubel

Yves Schubnel, professeur en didactique des mathématiques, Haute école pédagogique Fribourg, Suisse
Courriel : schubnely@edufr.ch

Bulletin du CREAS

Le Bulletin du CREAS est une publication du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS).

Responsables du Bulletin	Abdelkrim Hasni et Johanne Lebrun
Membres du comité	Anderson Araújo-Oliveira, Fatima Bousadra, Saif Jerbi, Jeanne Koudogbo, Guy Leba, Simon Leboeuf-Dumouchel et Sabrina Moisan
Révision	Vincent Belletête et Julie Fournier
Mise en page	Fabian Will

CREAS
Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences
Université de Sherbrooke

creas.educ.usherbrooke.ca
S'abonner aux nouvelles du CREAS

Le CREAS est reconnu et financé par :

Fonds de recherche Société et culture Québec

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE