

La résolution de problèmes et l'enseignement-apprentissage des mathématiques : comment passer des résultats scientifiques à l'actualisation en salle de classe?

Jim Cabot Thibault

Conseiller pédagogique (Commission scolaire René-Lévesque)

Étudiant au doctorat en éducation (UQAR, campus de Lévis)

Résumé

Les propos de Proulx (2019) mettent en avant l'apport indéniable de la résolution de problèmes pour l'enseignement-apprentissage des mathématiques. Or, certains travaux ont soulevé un écart important entre ces résultats sur la résolution de problèmes et la mise en pratique en salle de classe de la résolution de problèmes par les enseignants. Ce texte adjacent propose deux éléments pour soutenir la réflexion quant à la réduction de cet écart.

Un écart entre la théorie et la pratique

La recension effectuée par Proulx (2019) permet de mettre en évidence l'apport de la résolution de problèmes pour l'enseignement-apprentissage des mathématiques. Il s'agit là d'un constat rassurant puisque la résolution de problèmes est au cœur des programmes de mathématiques québécois depuis les années 1980 (Dionne & Voyer, 2009). Toutefois, certains travaux récents rapportent un écart important entre ce qui est proposé par les recherches concernant la résolution de problèmes et ce qui est vécu en salle de classe (Lajoie & Bednarz, 2014). L'étude de Goulet (2018) conclut que l'enseignement-apprentissage de la résolution de problèmes se réduit souvent à une méthode séquentielle de type « ce que je sais, ce que je cherche », qui apporte peu de bénéfices à l'élève, en plus de l'amener à être un exécuteur davantage qu'un solutionneur. De leur côté, Lajoie et Bednarz (2014) expliquent cet écart entre la théorie et la pratique concernant la résolution de problèmes en mathématiques par le fait que les enseignants ont

parfois peu d'outils pour faire face aux défis qu'engendrent son utilisation dans l'enseignement. Plus précisément, elles mentionnent que :

Les éléments importants à travailler, et susceptibles d'orienter l'action des enseignants, restent implicites et doivent être déduits indirectement de ce qui est attendu des élèves. Ainsi, ce qui frappe [...] c'est la quasi-absence de conseils directs destinés à l'enseignant ainsi que le peu d'indications qui lui sont fournies pour approcher ces situations en classe (p. 20).

À partir de ces constats, une question émerge : comment réduire cet écart documenté entre la théorie et la pratique concernant l'utilisation de la résolution de problèmes en enseignement-apprentissage des mathématiques? Je ne prétends pas avoir une réponse à cette question dans ce court texte adjacent, mais j'ose y proposer deux pistes de réflexion.

Définir de façon pratique deux finalités de la résolution de problèmes

Il semble qu'il soit d'abord nécessaire de clarifier ce qui est entendu par « résolution de problèmes » et d'être plus précis à propos de ce que cela implique pour la salle de classe. Plus spécifiquement, il paraît important de bien distinguer deux finalités de la résolution de problèmes mentionnées dans certains documents ministériels (Ministère de l'éducation du Québec [MEQ], 1988; MEQ, 2006), soit la résolution de problèmes comme (1) une modalité pédagogique et (2) un objet d'apprentissage. Cette double finalité de la résolution de problèmes est documentée au Québec depuis plus de trente ans. En effet, elle était déjà mentionnée dans le Fascicule K produit par le Ministère de l'éducation du Québec à la fin des années 1980 comme en témoigne l'extrait suivant :

Nous ferons ressortir le fait que la résolution de problèmes [...] est à la fois une habileté de base à développer et un moyen à privilégier dans l'enseignement de la mathématique (MEQ, 1988, p. 51)

Ces deux finalités se retrouvent également explicitées dans le *Programme de formation de l'école québécoise* en mathématiques :

La résolution de situations-problèmes est au cœur des activités mathématiques comme de celles de la vie quotidienne. Elle est observée sous deux angles. D'une part, elle est considérée comme un processus, d'où la compétence Résoudre une situation-problème. D'autre part, en tant que modalité pédagogique, elle soutient la plupart des démarches d'apprentissage de la discipline (MEQ, 2006, p. 231)

Bien que cette double finalité soit mentionnée dans les deux documents cités, peu d'éléments sont mis en avant pour expliquer comment l'une et l'autre peuvent se traduire concrètement en salle de classe. Toutefois, des documents tels que Le Fascicule 2 du *Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 6^e année*, produit par le

Ministère de l'Éducation de l'Ontario (MÉO) (2006), et le *Référentiel d'intervention en mathématique* (RIM) produit récemment par le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) du Québec (2019), offrent certaines orientations quant à l'actualisation possible de ces deux finalités en classe.

La résolution de problèmes comme modalité pédagogique

Pour la finalité « modalité pédagogique », le Fascicule 2 propose une subdivision en trois temps : avant, pendant et après l'apprentissage. *Avant l'apprentissage*, l'enseignant offre aux élèves un problème ayant pour but de faire apprendre un ou plusieurs nouveaux concepts et qui présente un contexte familier et accessible pour eux. Il est possible de faire un parallèle entre ce premier temps proposé dans le Fascicule 2 et le principe de dévolution défini par Brousseau (1998). La dévolution consiste au fait que les élèves s'engagent dans la résolution d'un problème sans attendre que ce soit l'enseignant qui leur donne la solution. Dit autrement, les élèves s'engagent dans le problème et s'attribuent la responsabilité de le résoudre. *Pendant l'apprentissage*, les élèves explorent le problème, tentent des solutions et mettent en place différentes stratégies. Il est aussi proposé que les élèves travaillent en équipe afin de discuter, argumenter, confronter leurs idées, etc. À ce moment, l'enseignant joue davantage un rôle de médiateur entre les élèves, le problème et le savoir en jeu, c'est-à-dire qu'il peut questionner les élèves afin de pousser leurs réflexions, leur proposer de s'entraider ou comparer leurs idées, voire d'apporter certaines modifications au problème lui-même, etc. Comme le mentionne Brousseau (1988) en parlant de la phase d'action d'une situation, il s'agit là d'un moment où l'enseignant doit laisser l'élève réaliser des actions pour résoudre le problème sans intervenir quant à la « justesse » de ces mêmes actions. *Après l'apprentissage* l'enseignant synthétise les connaissances mathématiques en jeu durant l'activité afin qu'elles puissent être utilisées et

qu'on puisse y référer ultérieurement. Il est ici possible de voir ici une certaine forme d'institutionnalisation des savoirs mathématiques (Brousseau, 1998). Pour y parvenir, l'enseignant peut guider une discussion avec les élèves afin de faire ressortir les principaux apprentissages réalisés en lien avec les concepts mathématiques, mais également par rapport aux stratégies utilisées. Le Fascicule 2 présente des exemples détaillés de l'opérationnalisation de ces trois phases, soit des indications quant aux rôles de l'enseignant et au choix des problèmes à utiliser.

De façon similaire au Fascicule 2, le Référentiel d'intervention en mathématique (RIM; MEES, 2019) propose également trois temps pour la finalité « modalité pédagogique ». Il propose un premier temps où l'élève s'approprié le problème et tente de le résoudre seul ou avec ses pairs, un deuxième où les élèves partagent leurs solutions et durant lequel l'enseignant joue un rôle de médiateur et un troisième temps où l'enseignant dégage les avancées significatives réalisées durant l'activité de résolution de problèmes.

Le RIM (MEES, 2019) apporte aussi des précisions concernant des enjeux liés au choix des problèmes à proposer aux élèves. L'intérêt de faire varier le format des problèmes à proposer aux élèves (écrit, image, vidéo, oralement, etc.), ainsi que le type (ayant une réponse unique, ayant plusieurs réponses, ayant pour but d'émettre une conjecture, etc.), est mise en avant. À ce sujet, mes observations comme conseiller pédagogique me permettent de constater que certains enseignants « entraînent » les élèves à résoudre des problèmes du *même format* et du *même type* (qui sont aussi souvent ceux présentés aux élèves lors des évaluations de fin d'année). Ces problèmes ont souvent la forme d'un texte écrit, provoquant un traitement relativement « superficiel » du problème (relire deux fois la question, surligner les données numériques, surligner la question, etc.) plutôt que d'engager dans une réflexion à propos des savoirs mathématiques en jeu. Varier les formats et les types de problèmes se présente pour le RIM comme un levier afin de

stimuler chez l'élève un engagement dans une réflexion mathématique significative.

Plusieurs documents traitant de la résolution de problèmes insistent sur le fait que les problèmes proposés soient choisis en fonction des connaissances mathématiques des élèves. Cela signifie, tel que l'explique le Fascicule K (MEQ, 1988), que les élèves doivent pouvoir s'engager dans le problème, mais sans connaître d'emblée tous les concepts nécessaires et les actions à poser pour le résoudre. Cela pose un défi aux enseignants, car les élèves d'une même classe ont souvent un bagage mathématique hétérogène. Le RIM propose de moduler la nature des problèmes utilisés pour permettre un engagement de l'élève dans ce dernier. Concrètement, l'enseignant peut ajouter ou supprimer une ou plusieurs contraintes, changer de type de nombres, changer la grandeur des nombres, etc. Par exemple, pour un élève qui éprouve des difficultés avec les fractions au point où il ne réussit pas à s'engager dans la résolution du problème, l'enseignant peut remplacer les fractions par des nombres entiers. À ce moment, d'autres interventions seraient aussi à prévoir, tant au niveau classe qu'individuellement, pour aider l'élève à surmonter ses difficultés par rapport aux fractions.

Finalement, le RIM aborde l'analyse préalable des problèmes en mentionnant qu'il s'agit d'une étape importante pour l'enseignant, avant une activité de résolution de problèmes. Cette analyse consiste pour l'enseignant à anticiper les réactions, les démarches et les raisonnements des élèves lorsqu'ils solutionneront le problème, afin de se préparer à intervenir en classe. Ces interventions auront pour but de faire progresser l'élève dans le problème, sans toutefois lui fournir explicitement tous les éléments pour le résoudre.

La résolution de problèmes comme « objet d'apprentissage »

Pour l'autre finalité, soit la résolution de problèmes comme « objet d'apprentissage », autant le Fascicule 2 que le RIM l'abordent sous l'angle de l'enseignement-apprentissage de stratégies

cognitives et métacognitives au service de la résolution de problèmes (par ex. : planification, représentation, régulation, etc.). L'enseignement-apprentissage de ces stratégies est toutefois un élément sensible dans les écrits scientifiques. D'une part, plusieurs méta- et méga-analyses réalisées en psycho-pédagogie mettent en avant l'importance d'enseigner des stratégies de résolution afin que l'élève devienne un bon solutionneur (Focant & Grégoire, 2008; Kroesbergen & Van Luit, 2003). D'autre part, certains didacticiens des mathématiques ont mis en doute l'enseignement des stratégies de résolution en argumentant sur le fait que ces dernières ne sont pas directement liées à la spécificité des savoirs mathématiques et peuvent engendrer une certaine *démathématisation* de la résolution de problèmes (Mercier, 2008; Sarrazy, 1997). L'étude de Goulet (2018) met en lumière que l'enseignement de ces stratégies cognitives et métacognitives au service de la résolution de problèmes dérive souvent vers l'enseignement d'une méthode séquentielle à appliquer qui apporte peu de bénéfices à l'élève, et donc à l'enseignant (voir aussi Schoenfeld, 2013).

Cette tension relevée entre les écrits scientifiques de diverses origines rend les conseils pratiques à donner aux enseignants difficiles à formuler. Ceci soulève une question de fond : comment enseigner (ou même, est-il possible d'enseigner) des stratégies cognitives et métacognitives au service de la résolution de problèmes en conservant la spécificité des savoirs mathématiques comme objet d'apprentissage tout en évitant que cela ne devienne une technique à reproduire par les élèves? Cette question soulève le besoin de comprendre si l'enseignement de stratégies cognitives et métacognitives peut justement être au service du développement des savoirs mathématiques.

Certain déséquilibres

Divers écrits permettent donc d'apporter des précisions concernant l'actualisation des deux finalités de la résolution de problèmes. Il semble

toutefois que ces précisions soient davantage présentes pour la finalité « modalité pédagogique », que pour celle « objet d'apprentissage ». Pour cette dernière, des mises en garde aux enseignants sont davantage énoncées à propos des contrecoups possibles chez l'élève, que de suggestions pour l'actualiser en salle de classe. Un certain déséquilibre existe donc entre les écrits sur chacune des finalités.

De façon paradoxale, mes nombreuses observations en salle de classe au Québec comme enseignant et comme conseiller pédagogique tant au primaire qu'au secondaire, m'amènent à constater qu'en pratique le déséquilibre va plutôt dans l'autre sens. En effet, il semble que la résolution de problème se trouve davantage utilisée comme objet d'apprentissage, et beaucoup moins comme modalité pédagogique. Cependant, tel que mentionné, la finalité de la résolution de problèmes comme objet d'apprentissage se réduit souvent à l'enseignement d'une méthode à suivre et à reproduire. Ces constats mènent à de nouvelles questions : Comment faire en sorte que les propositions par rapport à l'enseignement-apprentissage de la résolution de problèmes contribuent aux réflexions des enseignants concernant leurs pratiques en salle de classe? Comment faire participer les enseignants aux réflexions communes sur la place de la résolution de problèmes en salle de classe?

L'accompagnement des enseignants par rapport à la résolution de problèmes

Ces questions me permettent d'aborder une deuxième piste de réflexion quant à la réduction de l'écart existant entre la théorie et la pratique par rapport à l'enseignement-apprentissage de la résolution de problèmes. Il pourrait être pertinent de mener des réflexions, voire des recherches, au sujet des modalités d'accompagnement à mettre en place pour soutenir les enseignants dans leur développement professionnel par rapport à la résolution de problèmes.

Plusieurs milieux scolaires québécois mettent actuellement en place des modalités

d'accompagnement collaboratives, telles que les communautés d'apprentissage professionnelles et les communautés de pratique afin de soutenir le développement professionnel des enseignants. Plusieurs recherches ont déjà dégagé des principes généraux pour le fonctionnement de ces modalités collaboratives (Dufour & Eaker, 2004; Leclerc, 2012). Des études concernant l'utilisation de ces modalités collaboratives pour le cas spécifique des mathématiques pourraient être menées afin de d'apporter un éclairage aux questionnements en lien avec ceux soulevés par Lajoie et Bednarz (2014) ou Goulet (2018), cités précédemment. Quels savoirs et quelles ressources peuvent être mobilisés par l'accompagnateur pour soutenir les enseignants dans un contexte collaboratif visant leur développement professionnel par rapport à la résolution de problèmes? Quels sont les enjeux soulevés par les enseignants par rapport à l'actualisation de la résolution de problèmes dans leurs pratiques? Comment soutenir les enseignants dans l'évolution de leurs pratiques de classe?

Références

- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Dionne, J., & Voyer, D. (2009). 50 ans d'enseignement des mathématiques au Québec. *Bulletin AMQ*, 49(3), 6-26.
- DuFour, R., & Eaker, R. (2004). *Communautés d'apprentissage professionnelle. Méthode d'amélioration du rendement scolaire*. Bloomington : National Educational Service.
- Focant, J., & J. Grégoire (2008). Les stratégies d'autorégulation cognitive : une aide à la résolution de problèmes arithmétiques. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte & J. Grégoire (Eds.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques. Que disent les recherches psychopédagogiques* (pp. 201-221). Bruxelles : De Boeck.
- Goulet, M.-P. (2018). *Méthodes de résolution de problèmes écrits présentées au primaire : pratiques associées et effets de ces méthodes sur l'activité mathématique des élèves*. Thèse de doctorat. Montréal : Université du Québec à Montréal.
- Joyce, B., & Showers, B. (2002). Designing Training and Peer Coaching: Our needs for learning. In B. Joyce & B. Showers (Eds.), *Student Achievement Through Staff Development* (pp. 69-94). Alexandria: ASCD Books.
- Kroesbergen, E.H., & Van Luit, J.E.H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs. A Meta-Analysis. *Remedial and Special Education*, 2(2), 97-114.

Conclusion

Les constats de recherche présentés par Proulx (2019) sont convaincants quant à l'apport de la résolution de problèmes dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques. Il s'agit maintenant davantage de trouver des éléments qui permettront de faire vivre ces idées dans les réflexions et les pratiques enseignantes. Tel que présenté, il existe un certain nombre d'écrits offrant des propositions concrètes quant à l'opérationnalisation de la résolution de problèmes en classe de mathématiques. Cependant, ces propositions semblent participer encore très peu aux réflexions et aux discussions actuelles dans le monde de l'enseignement, soulevant par le fait même des enjeux liés à l'accompagnement des enseignants autour des questions de résolution de problèmes en enseignement-apprentissage des mathématiques.

- Lajoie, C., & Bednarz, N. (2014). La résolution de problèmes en mathématiques au Québec : évolution des rôles assignés par les programmes et des conseils donnés aux enseignants. *Éducation et francophonie*, 42(2), 7-23.
- Leclerc, M. (2012). *Communauté d'apprentissage professionnelle. Guide à l'intention des leaders scolaires*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Mercier, A. (2008). Une question curriculaire de l'enseignement élémentaire des mathématiques : la résolution de problèmes. L'enseignement des mathématiques au primaire. *Actes du séminaire national*. Paris, (pp. 93-116).
- Ministère de l'Éducation de l'Ontario (2006). *Guide de l'enseignement efficace des mathématiques, Fascicule 2*. Toronto : Gouvernement de l'Ontario.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1988). *Guide pédagogique. Primaire. Mathématiques Résolution de problèmes. Orientation générale. Fascicule K*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur (2019). *Référentiel d'intervention en mathématique*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Proulx, J. (2019). Recherches et résolution de problèmes en mathématiques : éducation, mathematics education et didactique des mathématiques. *Chronique – Fondements et épistémologie de l'activité mathématique*. En ligne : chronique.uqam.ca
- Sarrazy, B. (1997). Sens et situations : une mise en question de l'enseignement des stratégies métacognitives en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17(2), 135-166.
- Schoenfeld, A. (2013). Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1-2), 9-34.