

LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES, UNE DIFFICULTÉ TANT POUR L'ÉLÈVE QUE POUR L'ENSEIGNANT : MIEUX COMPRENDRE POUR MIEUX INTERVENIR

DISCUSSION

Catherine Van Nieuwenhoven

Université catholique de Louvain et Institut supérieur pédagogique Galilée

1. Introduction

Dans une perspective inspirée du socioconstructivisme et en accord avec le contexte de la réforme curriculaire basée sur le développement et l'évaluation de compétences, ce numéro spécial des « Cahiers des Sciences de l'Éducation » fait suite à un symposium organisé lors du colloque de l'AREF 2013, et inscrit la résolution de problèmes comme la pierre angulaire des apprentissages. Les élèves ne sont plus amenés à construire uniquement des savoirs ou des savoir-faire mais bien à mobiliser un savoir-agir qui leur permettra de résoudre des situations complexes et authentiques.

Deux objectifs principaux étaient poursuivis par le symposium et nourris par les différentes communications. D'une part, il s'agissait de comprendre les difficultés des élèves au niveau de la résolution de problèmes et d'analyser l'impact tant des variables cognitives telles que la représentation du problème, la mobilisation et l'intégration des procédures que des variables motivationnelles, émotionnelles et métacognitives. D'autre part, l'attention était également portée sur les modalités d'intervention efficaces qui permettraient aux enseignants d'optimiser les conditions d'apprentissage de leurs élèves autour de la résolution de problèmes.

2. Du côté des élèves : les connaissances cachées et les effets de contenu des énoncés

La recherche de Catherine Houdement est centrée sur ce que font les élèves lors de la résolution de problèmes verbaux et ce qu'ils mobilisent comme ressources. L'originalité de cette recherche exploratoire est qu'elle s'inscrit dans la problématique des enjeux cachés d'apprentissage. Elle met en évidence que certains élèves développent, en cours de résolution, des connaissances spécifiques qui seraient nécessaires à la réussite des problèmes proposés, entre autres, leur mémoire des problèmes résolus antérieurement et leur capacité à s'y référer. Ces résultats sont d'autant plus intéressants que les enseignants ne prendraient pas suffisamment en compte ces connaissances ni dans leur enseignement ni dans l'analyse des difficultés des enfants.

Pour débusquer ces connaissances cachées et en saisir la singularité, des entretiens individuels de type explicitation (Vermersch, 1994) ont été menés auprès d'enfants entre 8 et 11 ans sur base d'analyse de copies et de brouillons. Cette approche novatrice, dans le domaine de la didactique des mathématiques, a permis de dégager des stratégies efficaces mobilisées par certains élèves telles que la qualification ou encore le jeu des contrôles qui leur permettent de résoudre les problèmes posés. Ces résultats sont d'autant plus importants pour alimenter la réflexion didactique au niveau de la résolution de problèmes que peu de données existent à propos de ces connaissances cachées. Sont-elles enseignées ou issues d'une construction autonome de certains élèves disposant d'une certaine expertise ou sont-elles le résultat d'un apprentissage implicite?

Ainsi, il serait intéressant de dégager des profils d'élèves en fonction des erreurs commises par le biais de l'identification des inférences et des contrôles pragmatiques, sémantiques et syntaxiques. Ce serait une entrée

pour différencier les apprentissages en fonction des stratégies de résolution privilégiées par les élèves. Le choix de problèmes verbaux, complexes ou encore atypiques serait guidé par l'analyse des erreurs commises par les élèves. L'enseignant aurait alors une toute autre place pour saisir la pertinence du modèle de résolution mobilisé par chacun des élèves. Cette perspective tranche avec les propositions d'aide déjà proposées aux élèves au niveau des étapes de résolution de problèmes (chercher la question, supprimer les données parasites, ...).

La recherche proposée par Sylvie Gamo, Sandra Nogry et Emmanuel Sander complète bien la recherche précédente avec le projet d'amener les élèves de 10-11 ans à être moins dépendants des effets de contenus des énoncés verbaux qui masqueraient la structure mathématique des problèmes. Les auteurs démontrent l'efficacité d'une démarche d'apprentissage centrée sur la comparaison des problèmes et des stratégies de résolution. Cette démarche d'apprentissage permet de favoriser la construction d'une représentation alternative des problèmes qui rend les élèves moins dépendants des effets induits par le contenu sémantique des problèmes. Ils parlent alors de recodage sémantique qui permet de comprendre l'équivalence entre les différentes stratégies de résolution alternatives et de rendre plus saillantes les similitudes structurelles entre les problèmes.

Au niveau didactique, cette recherche invite à mieux contrôler le choix des problèmes proposés aux élèves pour évaluer le niveau de compréhension de ceux-ci et s'inscrit dans une démarche d'apprentissage systématique. Ainsi, les stratégies de résolution gagneraient à être clairement enseignées aux élèves et institutionnalisées dans le but d'enrichir le répertoire des élèves et de favoriser le transfert pour des problèmes isomorphes. Mais comment les enseignants pourraient-ils s'appropriier le projet et traduire le dispositif proposé directement en activités d'apprentissage dans leur classe ? Un premier pas pourrait être de proposer aux élèves de garder des traces de

leurs résolutions et de justifier leurs choix, toujours dans le projet de comprendre leur raisonnement et d'intervenir en fonction de leur trajectoire.

Il reste aussi à préciser comment stabiliser le transfert pour qu'il s'installe dans la durée et à s'assurer de proposer à tous les élèves, quel que soit leur niveau de conceptualisation, les conditions d'apprentissage qui leur permettent d'avancer. Au niveau de la recherche, il serait intéressant de mener le même type de dispositif d'apprentissage avec des enfants en difficulté d'apprentissage en mathématiques pour lesquels le niveau d'abstraction pose souvent question.

3. Du côté des élèves : impact des variables motivationnelles, émotionnelles et cognitives

Dans le contexte d'une évaluation par compétences, la recherche de Géry Marcoux met l'accent sur les variables motivationnelles qu'il considère non pas uniquement comme des dispositions personnelles mais comme des indicateurs de la sensibilité des élèves aux particularités saillantes des contextes. Cet ancrage dans une perspective d'action située le conduit à se centrer sur trois variables motivationnelles : le sentiment de compétence spécifique, l'attrait pour la tâche et la peur de l'échec spécifique dans une tâche de résolution de problèmes complexes, en plus d'indices cognitifs relevés chez les élèves. Les mesures sont prises en situation de classe, avec des enfants de 10-12 ans à partir de trois types de tâches : une situation-problème complexe, des problèmes verbaux et des tâches de calcul mental. Le dispositif expérimental mis en place par le chercheur envisage plusieurs conditions, et en particulier l'ordre de passation des tâches (complexe-simple ou simple-complexe).

Que les élèves commencent par la tâche complexe ou qu'ils terminent par celle-ci, leur sentiment de compétence et leur peur de l'échec ne sont pas différents. Par contre, leur attrait pour la tâche varie au bénéfice de la présentation du problème complexe en premier lieu mais sans pour autant conduire à une meilleure performance. Marcoux souligne que l'attractivité de la tâche peut jouer seulement à court terme sur le plaisir et l'intérêt à entrer dans la tâche et qu'il est nécessaire de poursuivre les recherches sur le sujet, particulièrement sur l'impact du sentiment de compétence sur la performance.

Un autre résultat particulièrement intéressant au niveau des perspectives didactiques se situe au niveau de l'impact de la compréhension des énoncés par les élèves sur le niveau de réussite d'une tâche complexe. Deux indices ont été construits pour mesurer d'une part la compréhension explicite des contenus des énoncés et d'autre part, la compréhension implicite de ceux-ci. Ce sont les élèves qui ont fait preuve d'une meilleure compréhension de l'explicite et/ou de l'implicite des énoncés, lors de tâches décomposées, qui ont également de meilleures performances à la tâche complexe, proposée lors d'une autre séance. Une compréhension fine de ce qui est attendu explicitement dans l'énoncé du problème mais aussi de ce qui y est sous-entendu sont donc de réels atouts pour résoudre des tâches complexes.

4. Du côté des enseignants : une base de données comme levier d'analyse d'erreurs

La recherche de Viktor Freiman et Lucie DeBlois vise directement à outiller les enseignants en développant particulièrement une ressource par le biais du site internet CAMI (Communauté d'Apprentissages Multidisciplinaires Interactifs) afin d'enrichir les apprentissages des élèves en résolution de problèmes. Ce sont les futurs enseignants en didactique des mathématiques

qui sont la cible principale de l'outil en ligne. Depuis sa création, une banque impressionnante de données est à leur disposition pour mieux comprendre les stratégies de résolution des élèves et leurs capacités à communiquer leurs démarches. Les auteurs ont choisi un axe d'analyse original centré sur la créativité des élèves, à travers leurs stratégies de résolution. En effet, la créativité est habituellement peu corrélée avec l'apprentissage des mathématiques, souvent perçu comme la recherche d'une réponse unique par une stratégie déterminée. Le site propose des problèmes non routiniers qui, de par leur complexité, invite, au contraire, à une pensée créative et au développement d'un véritable raisonnement de la part des élèves.

Même si les auteurs permettent de cerner le concept au travers des indices utilisés pour l'évaluer (originalité, flexibilité et fluence), le concept de créativité gagnerait à être davantage précisé. En quoi la créativité se distingue-t-elle de l'imagination ? Serait-ce une compétence transversale à développer à travers le curriculum global de formation des élèves ? Une grille de critères pourrait aiguiller le jeune enseignant dans l'analyse des productions. Tout comme dans la recherche menée par Sylvie Gamo et collaborateurs, une attention particulière est également portée sur le choix des problèmes, cette fois pour promouvoir des stratégies créatives. Quelles en seraient les caractéristiques ? Seraient-ce des problèmes complexes, ouverts, authentiques, centrés sur la vie quotidienne et qui laissent la place à plusieurs stratégies de résolution ?

Au niveau de la formation initiale des enseignants, la base de données ouvre des perspectives fort intéressantes en termes d'analyse d'erreurs, par exemple. Encore faut-il voir de quelles traces dispose-t-on ? Sont-ce des brouillons ? Les différents cheminements investis par les élèves sont-ils visibles ? Les élèves ne sont pas habitués à laisser des traces et à traduire leur raisonnement par écrit. De plus, un obstacle, déjà relevé par Vlassis et collaboratrices peut limiter l'accès à la pensée des élèves. Il s'agit des

croyances selon lesquelles les bons élèves ont peu l'habitude d'utiliser du papier de brouillon et que résoudre les problèmes mentalement indique un plus haut niveau de performance. Une médiation métacognitive est sans doute nécessaire pour soutenir l'explicitation du raisonnement par écrit. De plus, pour mener une analyse approfondie de certaines erreurs, il serait pertinent de compléter les traces de résolutions écrites avec un bref entretien avec les élèves tel celui proposé par Catherine Houdement.

5. Du côté des enseignants : impact des croyances sur les pratiques pédagogiques

Si les croyances des élèves influencent leur engagement dans les tâches mathématiques, celles des enseignants constituent aussi une variable explicative de certaines résistances aux changements. La recherche de Joëlle Vlassis, Giovanna Mancuso et Débora Poncelet propose ainsi l'analyse des croyances et des pratiques déclarées des enseignants autour de la résolution de problèmes comme un filtre à leurs démarches didactiques. Il n'est plus à démontrer en effet l'impact des croyances sur l'implémentation d'un changement de pratiques pédagogiques qui met la résolution de problèmes au cœur du processus d'enseignement des mathématiques. C'est au niveau des modalités de recueil des croyances que la recherche s'illustre particulièrement en proposant des items contextualisés pour interroger les enseignants sur leurs pratiques et atteindre au plus près leurs croyances.

Ainsi, les auteurs constatent que de nombreux enseignants ne pensent plus seulement la résolution de problèmes en termes d'application des procédures mais l'envisagent également pour développer le raisonnement des élèves. Cependant, seule une petite minorité considère la résolution de problème comme point de départ à l'apprentissage de nouvelles notions mathématiques.

Les auteurs soulignent aussi d'une part l'intérêt des enseignants pour les problèmes non routiniers mais d'autre part leur utilisation beaucoup plus fréquente des problèmes routiniers, en salle de classe. Ceux-ci justifient leurs pratiques par la volonté de préparer leurs élèves aux évaluations ou par le manque d'outils à leur disposition pour soutenir les élèves dans leurs démarches de résolution de problèmes complexes. Ces arguments conduisent à réfléchir au développement de programmes de soutien concret aux enseignants ainsi qu'à l'élaboration des d'outils d'accompagnement des élèves à destination des enseignants.

Au niveau du développement chez les élèves de différentes heuristiques pour se représenter les problèmes et les résoudre, les enseignants sont ouverts à une diversité de stratégies mais reconnaissent privilégier les stratégies formelles, précédemment enseignées. Même les enseignants identifiés comme plus innovants, de par le fait qu'ils disent privilégier la diversité des stratégies, ne semblent pas avoir modifié leurs pratiques en ce sens.

6. A l'intersection des élèves et des enseignants : observer et stimuler les stratégies de régulations interactives

La recherche d'Isabelle Demonty, Virginie Dupont et Annick Fagnant se situe à l'intersection des deux acteurs au centre du symposium. Leur recherche vise principalement à mieux comprendre les difficultés des élèves face à la résolution de problèmes tout en poursuivant aussi l'objectif d'analyser l'efficacité de différentes modalités de travail de groupe. Cette mise à l'épreuve de trois modalités de travail pour dynamiser les interactions entre élèves et favoriser les régulations interactives permet d'en mesurer l'efficacité et présente des retombées importantes au niveau pédagogique. Il ressort néanmoins que si ces trois modalités ont favorisé des échanges riches et nombreux, les auteurs n'ont constaté que de légères améliorations au

niveau des performances des élèves. Or, dans les dispositifs proposés, l'enseignant est un partenaire absent au moment des échanges alors qu'il a été particulièrement actif pour préparer les outils et les consignes à disposition des élèves. Aucun rôle spécifique d'accompagnement ne lui est attribué au moment de l'apprentissage des élèves. Quel type d'étayage pourrait-il exercer auprès des élèves ? Les outils proposés aux élèves comme la présentation de stratégies erronées d'autres élèves ou encore les indices donnés sur base de l'analyse des réponses des élèves sont-ils directement accessibles aux élèves ? Sont-ils habitués à analyser des procédures, à décoder les erreurs, à partager et confronter des stratégies différentes ? Ne serait-ce pas intéressant de développer prioritairement chez eux des compétences métacognitives sur leur propre cheminement en leur proposant des médiations métacognitives en cours de résolution ? L'enseignant pourrait jouer un rôle de médiateur et donner des indices sur mesure en fonction du niveau d'expertise des sous-groupes ou encore prendre une posture d'observateur soutenu par une grille d'observation.

En effet, l'autre objectif poursuivi par la recherche, lié au diagnostic des difficultés des élèves, a largement mis en avant l'intérêt de l'observation fine des travaux de groupe pour révéler les démarches des élèves qui mènent à la réussite et celles qui conduisent à l'échec. Ce nouveau rôle donné à l'enseignant est exigeant et nécessite qu'il puisse interpréter les démarches des élèves et proposer des pistes de régulation efficaces.

Mottier-Lopez (2012) souligne bien que les enseignants ne disposent pas tous de connaissances suffisantes tant au niveau des objets mathématiques que des variables pédagogiques au niveau de la résolution de tâches complexes. Deux niveaux sont peut-être à prévoir, l'un réservé à l'appropriation par les enseignants d'une démarche d'observation et d'analyse des difficultés des élèves et la mise en place de modalités d'accompagnement et l'autre

consacré à l'appropriation, par les élèves, d'une démarche métacognitive, seul ou en équipe pour favoriser l'autorégulation de leurs stratégies.

7. Concilier les intérêts de la recherche et les besoins du terrain

Plusieurs textes ont abordé la place de l'enseignant dans le soutien des élèves à la résolution de problèmes. Ainsi la question du risque d'interférer dans le processus de pensée en cours chez l'élève et du type d'étayage à proposer a été posée. Une attention particulière a été portée sur les modalités d'apprentissage à privilégier tels que les travaux de groupe et les consignes qui optimisent les autorégulations et les régulations interactives, avec une réflexion sur le compagnonnage cognitif à prévoir de la part de l'enseignant. Une analyse a également été menée sur les types et l'ordre des tâches à proposer aux élèves pour stimuler la comparaison des stratégies de résolution, mises en œuvre en vue d'améliorer les performances.

Et si, comme la recherche de Vlassis et collaboratrices l'a montrée, les croyances constituent un filtre important aux innovations en matière de résolution de problèmes, il est urgent de se poser la question de savoir comment les mobiliser chez les enseignants et les faire évoluer dès la formation initiale ou par le biais des formations continues.

A quand une recherche collaborative qui rassemble les acteurs pour co-construire des outils didactiques contextualisés qui tiennent compte des croyances et préoccupations des enseignants et des contextes de classe tout en exploitant les ressources développées par les chercheurs du domaine ? Et ce d'autant plus que la résistance des enseignants à entrer dans la réforme peut également être liée à leur propre rapport au savoir mathématique et plus particulièrement à la résolution de problèmes ? N'y aurait-il pas une

prise en compte des variables émotionnelles des enseignants dans l'enseignement des mathématiques ? Le fait de ne pas accepter aussi facilement, de la part de leurs élèves, des raisonnements moins formels ne pourrait-il pas être interprété comme une peur de ne pas contrôler les réponses plus créatives mettant en cause leur sentiment de compétence ?

Au niveau des apprenants, en sait-on assez sur leurs difficultés au niveau de la résolution de problèmes ? Le symposium a montré qu'une analyse fine des démarches de résolution en petits groupes par vidéoscopie permet d'identifier les stratégies efficaces ou non mises en œuvre et que l'entretien d'explicitation permet de décoder le raisonnement des élèves par le biais d'une médiation entre un adulte et l'apprenant. La mise en ligne d'une banque de données relatives aux démarches de résolution de problèmes de centaines d'élèves complète encore la possibilité de tisser des liens entre toutes les données recueillies pour avancer encore dans la compréhension des difficultés des élèves.

Poursuivre les recherches permettrait de mieux caractériser le rapport émotionnel et motivationnel des élèves aux mathématiques. A la suite de Marcoux, il s'agit de mettre à jour les liens potentiels entre les variables motivationnelles, émotionnelles et cognitives avec la performance. Quelles sont les émotions autres que la peur de l'échec qui peuvent influencer l'apprentissage des mathématiques. Les émotions positives comme le plaisir, l'intérêt seraient-elles un bon levier d'engagement ? En lien avec ces variables, les concepts de métacognition et de stratégies d'autorégulation gagneraient aussi à être approfondis. Des mises en lien pourraient être utilement opérées entre ces concepts et ceux de flexibilité cognitive et de créativité abordés par différents auteurs lors du symposium.

Pour conclure, étant donné que la résolution de problèmes est une des matières dans laquelle les enseignants se sentent les plus impuissants et que les résultats nationaux et internationaux confirment ce sentiment en relevant

des résultats particulièrement faibles chez les jeunes (Artigue, 2012 ; Demonty, 2013 ; MENFP, 2013), il semble urgent de poursuivre les recherches dans le domaine et d'y associer les acteurs principaux que sont les enseignants. Ils sont en grande attente d'outils pédagogiques leur permettant de faire face adéquatement aux difficultés qu'ils observent intuitivement chez leurs élèves dans ce type de tâches scolaires.

Références bibliographiques

Artigue, M. (2013). *Approches didactiques de l'enseignement des mathématiques*, Colloque des mathématiques, 14-15 novembre, Liège. [<http://www.enseignement.be/index.php?page=26916>]

Demonty, I. (2013). Quels indicateurs pour un état des lieux de l'enseignement des mathématiques en Fédération Wallonie Bruxelles ? Les apports de l'enquête internationale PISA. Colloque des mathématiques, 14-15 novembre, Liège.

[<http://www.enseignement.be/index.php?page=26916>]

Mottier-Lopez, L. (2012). *La régulation des apprentissages en classe*. Bruxelles : De Boeck.

Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle (2013). *PISA 2012. Nationaler Bericht Luxembourg*. Luxembourg : SCRIPT/EMACS.

Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. Paris : ESF.