

La résolution collaborative de problèmes (RCP) :

Bref portrait conceptuel et théorique d'un processus médiatisé par le numérique

Collaborative problem solving (CPR): Brief conceptual and theoretical portrait of a digital-mediated process

Solución colaborativa de problemas: Breve retrato conceptual y teórico de un proceso mediado por medios digitales

Simon Parent, doctorant
Université de Montréal, CRIFPE, Canada
simon.parent.2@umontreal.ca

RÉSUMÉ

Dans cet article, nous présentons un bref portrait théorique et conceptuel de la résolution collaborative de problèmes dans le but de la rapprocher au numérique, qui s'avère être un outil de médiatisation majeur. Nous abordons les différents courants théoriques de la résolution de problèmes, passant de Polya à Jonassen, puis nous déclinons le concept de résolution collaborative de problèmes (RCP), importante composante des compétences du 21^e siècle. Le numérique y est traité en sa qualité de vecteur d'apprentissages et de courroie de transmission pour la collaboration numérique. Ce portrait permet ainsi de mieux comprendre la symbiose entre le numérique et la RCP.

Mots-clés : résolution de problèmes, collaboration, résolution collaborative de problèmes, numérique, technopédagogie, compétences du 21^e siècle, Plan d'action numérique

ABSTRACT

In this article, we present a brief theoretical and conceptual portrait of collaborative problem solving in order to bring it closer to digital technologies, which proves to be a major mediation tool. We discuss the different theoretical currents of problem solving, moving from Polya to Jonassen, and then we discuss the concept of Collaborative Problem Solving (CPS), an important component of the 21st century skills. Digital technologies are treated as a vector of learning and transmission belt for digital collaboration. This portrait helps to better understand the symbiosis between digital technologies and CPS.

Keywords: problem solving, collaboration, collaborative problem solving, digital, technopedagogy, 21st century skills, Digital action plan

RESUMEN

En este artículo, presentamos un breve retrato teórico y conceptual de la resolución colaborativa de problemas con el objetivo de acercarlo a las tecnologías digitales, que están demostrando ser las principales herramientas de mediación. Discutimos las diferentes corrientes teóricas de la resolución de problemas, desde Polya hasta Jonassen, y luego explicamos el concepto de resolución colaborativa de problemas (RCP), un componente importante de la habilidad del siglo XXI. Las tecnologías digitales se tratadas como un vector de aprendizaje y correa de transmisión para la colaboración digital. Este retrato proporciona una mejor comprensión de la simbiosis entre las tecnologías digitales y la RCP.

Palabras clave: resolución de problemas, colaboración, resolución colaborativa de problemas, tecnologías digitales, pedagogía tecnológica, habilidades del siglo 21, Pan de acción digital

Le discours sur l'éducation contemporaine est ponctué de thèmes fortement évocateurs comme le numérique, l'intelligence artificielle, l'innovation... Et les compétences du 21^e siècle n'y échappent pas, étant d'ailleurs au cœur de plusieurs pratiques pédagogiques tout en étant une partie importante du tout nouveau Plan d'action numérique (PAN) du Gouvernement du Québec. Parmi les compétences du 21^e siècle, on retrouve notamment la collaboration et la résolution de problèmes. C'est ce qui explique l'intérêt que nous accordons ici à ces deux compétences. Ci-après, nous traçons un bref portrait conceptuel et théorique de la résolution de problèmes en collaboration. Nous passons en revue la littérature relative au concept de résolution de problèmes, puis nous y juxtaposons celui de la collaboration, pour ensuite en arriver à la fusion de ces deux compétences en une métacompétence de résolution collaborative de problèmes. Enfin, nous considérons son intégration dans le contexte numérique actuel.

Balises conceptuelles de la résolution de problèmes

Lorsqu'il est question de résolution de problèmes (RP), la lecture des travaux de George Polya semble s'imposer *de facto*. Ce mathématicien américain, ayant publié de nombreux articles et ouvrages liés au domaine des mathématiques, énonce quatre étapes du processus de RP : (1) comprendre le problème (qu'est-ce ce qui est demandé? y a-t-il assez d'informations?), (2) faire un plan (chercher des régularités; organiser l'information), (3) exécuter le plan et (4) évaluer l'efficacité du plan (Polya, 1957). Ce processus

établit implicitement le caractère itératif du processus de RP, puisque chacune de ces étapes s'inscrit non pas dans une chronologie irréversible, mais plutôt dans un cycle où l'individu répète les étapes pertinentes jusqu'à l'atteinte du but visé. La littérature ultérieure traitant de la RP est issue de cette structure fondamentale, en apportant évidemment plusieurs précisions et des nuances. Par exemple, les recherches de Simon et Newell (1971) abordent la « théorie de la résolution humaine de problème » en décrivant un système de traitement de l'information (*information-processing system*) au sein d'un construit qui n'avait pas été abordé par Polya : l'espace problème (*problem space*). Quelques années plus tard, les travaux de Greeno et Simon (1984) abondent dans le même sens, alors qu'ils évoquent des concepts comme le *problem space* et les *problem representations*, c'est-à-dire, les représentations mentales du problème que se construit l'individu, de même que la *means-ends analysis*, la méthode permettant de conjuguer les ressources disponibles aux buts à atteindre. Ces concepts démontrent une forte corrélation avec les travaux de Polya et de Simon et Newell.

Près de trois décennies plus tard, les travaux de Jonassen, un auteur cité en moyenne à plus de 385 occasions annuellement depuis les dix dernières années¹, vont contribuer de façon significative au champ de la recherche en RP. Selon Jonassen (2011), le processus cognitif de RP possède deux caractéristiques fondamentales :

« First, problem solving requires the mental representation of the problem, known as the problem space, problem schema, or mental model of the problem. [...] Second, problem solving requires some manipulation and testing of the mental model of the problem in order to generate a solution. Problem solvers act on the problem space in order to generate and test hypotheses and solutions » (p. 4).

Il s'agirait donc de comprendre le problème, de s'en faire une représentation mentale, d'agir et de tester les hypothèses au sein de cette représentation mentale avant d'appliquer la solution dans le réel. Dans ses travaux subséquents, Jonassen (2014) avance que le processus de RP est subdivisé en sept étapes qui se succèdent de façon logique et itérative : la définition du problème, l'analyse du problème, la collecte d'informations, l'élaboration de pistes de solutions, l'évaluation de solutions alternatives, l'application des solutions et finalement, la vérification de celles-ci (Jonassen, 2014). Selon notre revue de la littérature, nous sommes d'avis que les travaux de Jonassen (2014) reprennent en essence les travaux des autres auteurs, en plus de proposer un modèle autoportant et intelligible.

En outre, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) décline le processus de RP en quatre processus cognitifs mobilisés par les apprenants : l'exploration et la compréhension, la représentation et la formulation, la planification et l'exécution, et enfin, le suivi et la réflexion (OCDE, 2015). Le processus cognitif d'exploration et de compréhension correspond au premier contact qu'entretient l'élève avec le problème. Il lit et s'approprie les éléments inhérents au problème en cherchant à comprendre ce qui est attendu de lui. Puis, la représentation et la formulation permettent à l'élève de se représenter le problème, tant mentalement que concrètement. En utilisant des modes de représentation comme le diagramme, le dessin ou la parole, il pourra étoffer sa compréhension et, de fait, ses représentations mentales. Ce processus est aussi le moment propice à la formulation d'hypothèses en fonction des éléments présents dans le problème. Le processus de planification et d'exécution, quant à lui, consiste en l'élaboration d'une marche à suivre en vue de résoudre le problème, impliquant la formulation d'objectifs généraux ou spécifiques. Évidemment, cette marche à suivre devra ensuite être appliquée. Enfin, le suivi et la réflexion permettent de poser un regard sur la démarche suivie afin d'en tirer des conclusions, qui permettront de prendre des décisions quant au déroulement de la démarche : des conclusions positives suggèrent de poursuivre le travail déjà entamé alors que le contraire pourrait mener à une remise en question et à une modification de la marche à suivre. Il est donc possible de constater, à travers ces processus cognitifs, que la résolution de problèmes est fondamentalement structurée et articulée par une démarche intellectuelle à la fois complexe et souple.

¹ Statistiques provenant de la base de données Scopus : <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6604051708>

Robertson (2017) propose un modèle intégrateur de la RP qui démontre à son tour les forts liens unissant les travaux des différents auteurs présentés (figure 1). Ce modèle expose, dans le cercle externe, les quatre étapes selon Polya (1957), et dans le cercle interne, des étapes qui s'apparentent beaucoup à celles de Jonassen (2014), exception faite de l'allocation des ressources (*allocate resources*), similaire à l'application des solutions dans une perspective itérative, selon Jonassen.

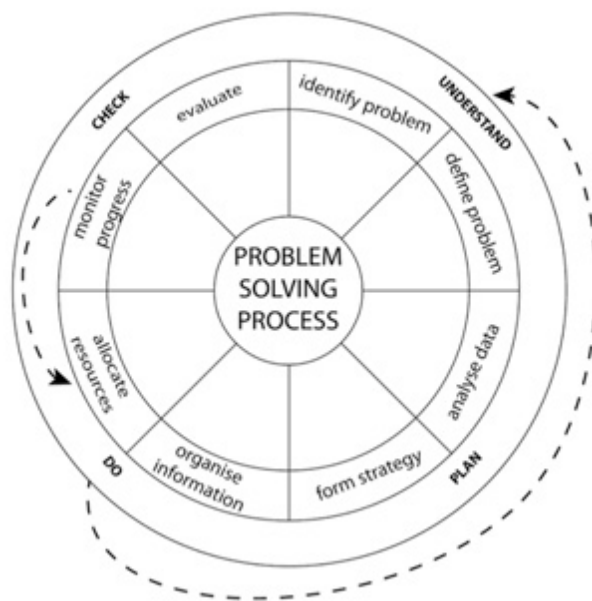


Figure 1. Modèle du processus de RP (Robertson, 2017)

Afin de faciliter la compréhension, nous proposons un tableau synthèse du processus de RP et des processus cognitifs associés, permettant ainsi une vision intégrée de la RP en fonction des travaux que nous jugeons majeurs dans la littérature.

Tableau 1

Tableau synthétique et intégrateur de la RP

Étapes du processus de RP selon Polya (1957)	Étapes du processus de RP selon Jonassen (2014)	Processus cognitifs mobilisés en RP (OCDE, 2015)
1. Comprendre le problème	1. Définition du problème 2. Analyse du problème	Exploration et compréhension Représentation et formulation
2. Faire un plan	3. Collecte des données 4. Élaboration de pistes de solution 5. Évaluation de solutions alternatives	Représentation et formulation Planification et exécution Planification et exécution
3. Exécution du plan	6. Appliquer les solutions	Planification et exécution Suivi et vérification
4. Évaluer l'efficacité du plan	7. Vérification des solutions	Suivi et vérification

Or, il existe aussi dans la littérature plusieurs ouvrages abordant la résolution de problèmes *complexes*, cette dernière prenant place principalement dans des conditions réelles, c'est-à-dire dans la vie de tous les jours. Funke (2010) identifie trois façons de concevoir la RP complexe :

« (1) as a paradigm to study cognition under real-life conditions (with different foci such as learning, knowledge acquisition, and decision-making), (2) as a descriptor of behavior exhibited while dealing with a certain class of problems usually presented on a computer, and (3) as an ability construct that is related to intelligence » (p. 135)

Cette conception de la RP complexe n'est cependant pas partagée par Marquardt et Yeo (2012), qui associent plutôt ce type de RP à la résolution d'un problème en soi et à l'anticipation de problèmes potentiels causés par l'application de la solution choisie. Ils précisent : « the complexity therefore lies in the uncovering of the more deeply rooted symptoms of a problem » (p. 10). Les auteurs associent aussi la RP complexe aux conditions particulièrement changeantes et contextuelles du marché du travail au 21^e siècle. Qui plus est, ils définissent les problèmes complexes comme étant des problèmes connectés intrinsèquement aux racines d'autres problèmes, obligeant ainsi l'individu à procéder méthodiquement en traitant individuellement chacune des couches (*layers*) du problème (Marquardt et Yeo, 2012).

Nous nous intéressons aussi à cette dernière facette de la compétence en RP qu'est l'approche de l'apprentissage par problèmes (APP), de l'anglais *problem-based learning*, qui implique l'utilisation d'un problème pour amorcer et orienter une séance d'enseignement, où l'apprentissage se réalise au fil du processus de résolution du problème (Boud et Feletti, 1997). Il s'agit d'ailleurs d'une approche pédagogique acceptée principalement dans le domaine médical depuis les années 1980, en Amérique du Nord et en Europe (Savery, 2015). La littérature que nous avons consultée trace un portrait ambivalent de l'APP. En effet, les travaux de Newman (2004) soulignent qu'il existait, au début des années 2000, très peu d'études rigoureuses sur l'APP dans la littérature. De la même façon, une revue de Al-Azri et Ratnapalan (2014) portant sur 15 études contrôlées randomisées en médecine a en quelque sorte confirmé les conclusions de Newman, et ce, une décennie plus tard. Leur revue a démontré qu'il existe « peu de preuves établissant que l'utilisation de l'APP en formation continue améliore la performance des médecins ou la santé des patients » (p. 158). En revanche, dans une étude de Prosser et Sze (2014), les auteurs évoquent une meilleure rétention des connaissances à long terme à l'aide de l'APP, en comparaison à d'autres méthodes d'enseignement. De plus, dans une revue de littérature par Alharbi (2017), plusieurs impacts positifs sur l'apprentissage sont évoqués, notamment en ce qui concerne la pensée critique, la collaboration, la motivation et la RP. La pensée critique est aussi observée dans une étude réalisée auprès d'étudiants chinois dans des cours d'anglais langue étrangère, où il a été conclu que celle-ci avait été significativement développée, de même que leur analytisme (*analycity*) et leur systématisme (Ding, 2016). Ces résultats sont aussi appuyés par une étude où le développement de la pensée critique a été observé chez des élèves du secondaire, dans un cours de mathématiques (Widyatiningtyas, Kusumah, Sumarmo et Sabandar, 2015). L'intérêt quant au développement de la pensée critique à l'aide de l'APP a reçu une attention particulière dans une revue systématique de la littérature jumelée à une méta-analyse (Kong, Qin, Zhou, Mou et Gao, 2014). Les auteurs en arrivent à la conclusion que cette approche du domaine de la santé, lorsque comparée à des enseignements dits traditionnels dans ce domaine, peut effectivement contribuer au développement de la pensée critique des étudiants en sciences infirmières. Considérant l'ampleur de leur travail et ce qui nous semble être une méthode rigoureuse, nous penchons davantage vers ce postulat, au détriment de ceux de Newman (2004) et de Al-Azri et Ratnapalan (2014).

En somme, nous constatons que la RP est en fait un processus se divisant en plusieurs étapes, chacune renvoyant à différents processus cognitifs. La complexité de ce processus ne saurait être remise en question selon la littérature, qui est plutôt consensuelle à cet égard. Puis, lorsqu'il est question des finalités de la RP, le contexte dans lequel elle se déroule semble jouer un rôle majeur, faisant ainsi d'elle un

processus fondamentalement contextuel. Enfin, un bref aperçu de l'APP nous permet d'entrevoir les applications pédagogiques du processus de RP en contexte d'enseignement, malgré une littérature ambivalente quant à l'efficacité de cette pratique pédagogique. Au demeurant, ayant maintenant posé les balises conceptuelles de la RP, nous abordons la composante collaborative de la RCP.

La résolution collaborative de problèmes

La création d'une métacompétence

Le processus de RP, comme nous venons de le voir, est fondamentalement complexe et jalonné par plusieurs étapes, auxquelles sont associés plusieurs processus cognitifs. Or, il est important de rappeler que cette activité est de plus en plus appelée à être considérée dans une perspective collaborative, notamment en raison de l'évolution des pratiques dans la société et sur le marché du travail (Gouvernement de l'Ontario, 2015; Griffin et Care, 2015; Kivunja, 2014). Cela dit, il convient de déclinier brièvement le concept de collaboration avant d'en arriver à la RP.

Selon Henri et Lundgren-Cayrol (2001), la confrontation des points de vue permet de développer la compréhension du monde. L'utilisation des TIC en contexte pédagogique offre d'ailleurs un univers dans lequel l'apport des autres est une composante majeure (Depover, Karsenti et Komis, 2007). Cet apport des autres dans le développement des compétences est souvent nommé « coopération » ou « collaboration ». Malgré leur rapprochement sémantique, la coopération et la collaboration possèdent des différences intrinsèques qui les distinguent de façon significative. En effet, le terme coopérer renvoie à une division des tâches dans le but de réaliser un projet commun, où tous les membres ont leur propre tâche spécifique à accomplir (Henri et Lundgren-Cayrol, 2001). Quant au terme collaboration, il fait plutôt référence à un travail qui se réalise entièrement de façon commune, où l'apport de chacun ne saurait être discerné dans le produit final, et où le contrôle de l'enseignant s'estompe pour laisser plus de place à l'autonomie des apprenants (Henri et Lundgren-Cayrol, 2001).

Plusieurs modèles de la collaboration ont été conçus au fil des ans (notamment Fadel et Trilling, 2009; Hesse, Care, Buder, Sassenberg et Griffin, 2015; O'Neil, Chung et Brown, 1997). Nous retenons cependant celui de l'OCDE (2017), qui identifie trois composantes de la collaboration associées au processus de résolution de problème : (1) établir et maintenir une compréhension partagée, (2) réaliser les actions appropriées à la résolution du problème et (3) établir et maintenir l'organisation de l'équipe.

Le processus de RP en collaboration

Selon Hesse *et al.* (2015), la collaboration a une incidence positive majeure sur la RP, ce qui avait d'ailleurs déjà été avancé par Merrill et Gilbert (2008) : « engaging in peer interaction enables learners to tune their mental models to accommodate the variety of processes and solutions that may be appropriate for solving a given class of problems » (p. 205). Le concept alliant la RP et la collaboration, que nous pourrions qualifier de métacompétence, est la résolution collaborative de problèmes (RCP). Dans le cadre de son enquête PISA, l'OCDE a défini la RCP comme étant une démarche où l'élève partage la compréhension du problème avec d'autres élèves en vue de le résoudre, et ce, en mettant en commun leurs connaissances, leurs compétences et leurs efforts (OCDE, 2017). Cela rejoint d'ailleurs les propos de Hesse *et al.* : « Participants need to exchange and share their identification of parts of the problem [...] The steps towards a collaborative solution may be coordinated through the use of verbal and non-verbal observable signals » (2015, p. 39).

À partir des définitions de la RP et de la collaboration, nous en arrivons à une matrice qui fusionne ces deux compétences, créant ainsi la métacompétence de RCP. La matrice (tableau 2) a été conçue par l'OCDE (2017) dans le cadre de son étude PISA. Les rangées représentent les processus cognitifs mobilisés en résolution de problèmes (A à D) et dans les colonnes, nous retrouvons les trois habiletés majeures en RCP (1 à 3 dans le tableau).

Tableau 2

Matrice de la RCP (OCDE, 2017)

	(1) Établir et maintenir une compréhension partagée	(2) Réaliser les actions appropriées à la résolution du problème	(3) Établir et maintenir l'organisation de l'équipe
(A) Exploration et compréhension	(A1) Découvrir les points de vue et les habiletés des membres de l'équipe	(A2) Découvrir le type d'interaction collaborative pour résoudre le problème et atteindre les buts	(A3) Comprendre les rôles nécessaires à la résolution du problème
(B) Représentation et formulation	(B1) Construire une représentation partagée du problème et en négocier le sens (espace partagé)	(B2) Identifier et décrire les tâches à réaliser	(B3) Décrire les rôles et l'organisation d'équipe (protocoles de communication, règles d'engagement)
(C) Planification et exécution	(C1) Communiquer avec les membres de l'équipe au sujet des actions entreprises ou à entreprendre	(C2) Réalisation des plans	(C3) Suivre les règles d'engagement (par exemple, inviter les autres membres à réaliser leurs tâches)
(D) Suivi et vérification	(D1) Effectuer un suivi et rétablir la compréhension partagée	(D2) Effectuer un suivi des résultats des actions et évaluer le succès de la résolution du problème	(D3) Effectuer un suivi, offrir une rétroaction et adapter l'organisation d'équipe et les rôles

Cette matrice se veut donc une synthèse de ce que nous avons abordé précédemment : la résolution de problèmes et la collaboration sont rapprochées de façon à identifier des habiletés hybrides pouvant être observées en RCP, et qui ont été étudiées dans des contextes technopédagogiques, notamment avec des étudiants à la formation des maîtres au Québec (Kamga, Romero, Komis et Misirli, 2017). Il semble y avoir un intérêt grandissant envers la compétence en RCP, qui est partie intégrante des compétences du 21^e siècle selon plusieurs modèles, dont celui de la co-résolution technocréative de problèmes (Romero et Vallerand, 2016). Ces compétences du 21^e siècle nous amènent d'ailleurs à aborder la contribution du numérique dans le processus de RCP.

Le numérique au sein du processus de RCP

Un rôle de médiation

Pour comprendre le lien unissant le numérique à la RCP, il faut prendre un peu de recul et retourner, dans la littérature, aux utilisations de la technologie pour l'apprentissage de façon générale. La notion de collaboration y est d'ailleurs particulièrement soulignée, notamment par Depover *et al.* (2007), qui

évoquent un potentiel collaboratif inhérent à l'utilisation des TIC, ainsi que par Scardamalia et Bereiter (1994), qui soulignent l'apport vital de la technologie pour l'apprentissage collaboratif. L'un des courants significatifs en la matière est le *computer-supported collaborative learning* (CSCL) (figure 2), c'est-à-dire l'emploi de la technologie (l'ordinateur) en tant qu'outil de médiation pour favoriser la collaboration (Koschmann, 1996).

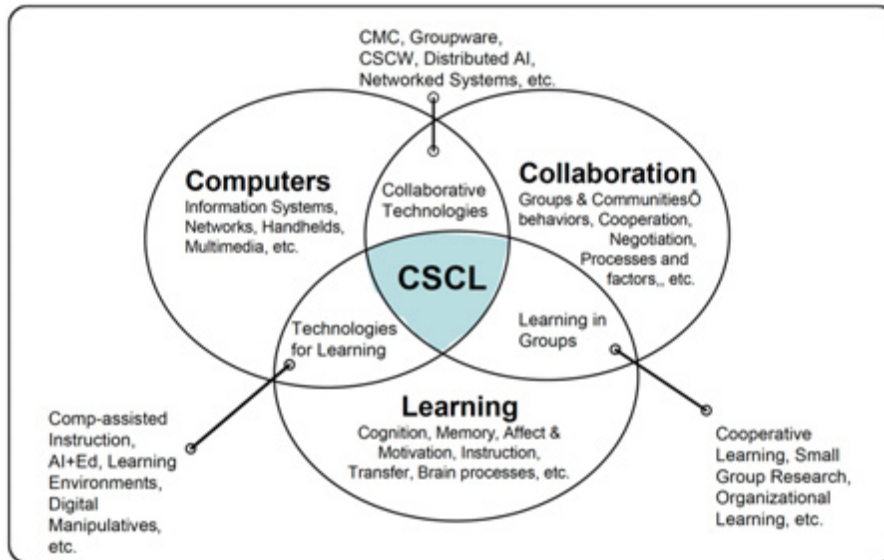


Figure 2. Modèle du *Computer-supported collaborative learning* (Sarmiento-Klapper, 2009, p.15)

Il s'agit d'une approche qui fut étudiée à de nombreuses reprises, surtout en ce qui concerne les environnements permettant l'interaction et les échanges : ce fut le cas avec les *Knowledge Building Communities* (Scardamalia et Bereiter, 1996), qui peuvent être articulées autour des *Knowledge Forums* (KF), des forums en ligne où les apprenants étaient appelés à construire leurs connaissances en collaboration (Scardamalia, 2004). Cette construction collective de la connaissance a été abordée en profondeur par Stahl (2006), qui propose un modèle complet de la construction de la connaissance (figure 3) en soulignant que l'ordinateur, au sein du *social knowledge building* (en bleu dans la figure), agit comme outil technologique de médiatisation transformant les interactions et leurs produits.

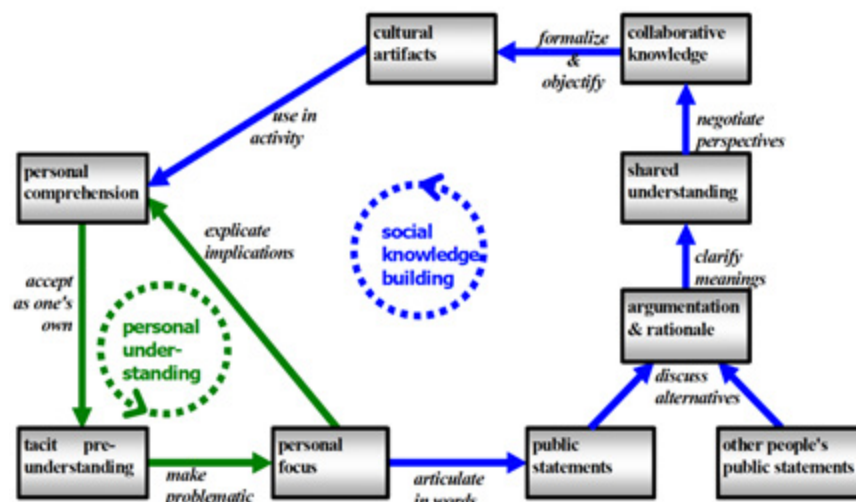


Figure 3. Cycle de la construction collaborative de la connaissance (Stahl, 2006, p.195)

Son travail aborde un champ très vaste, notamment à la théorie de l'activité de Leontiev (1978, 1981) et d'Engeström (Engeström, 1987)², ainsi qu'au socioconstructivisme de Vygotsky (1934). Or, même s'il n'est pas de notre intention de s'y attarder, nous croyons que ce modèle peut contribuer à une meilleure compréhension des composantes d'une *Knowledge Building Community* et des KF, des éléments à la base de notre intérêt quant au lien unissant le numérique et la RCP.

C'est évidemment la section en bleu, dans la figure 3, qui attire notre attention. Les KF, qui pourraient englober tout le côté droit de la figure (en bleu), sont en fait des forums dans lesquels les apprenants sont invités à échanger, à poser des questions et à suggérer des pistes de solutions à leurs pairs. Hurme et Jarvela (2005) ont d'ailleurs cherché à voir si l'utilisation du KF permettait aux apprenants d'améliorer leurs propres performances dans un cours de mathématiques, sans toutefois déboucher sur des résultats concluants, faute de données probantes. Ils affirment toutefois :

« the results of the qualitative data analysis indicate that utilising networked technology provides opportunities for students to use mathematical concepts and explain their solutions. It is also significant for the appearance of metacognitive activity during problem solving processes and networked discussions. That is to say that metacognition can be seen as a component of joint problem solving » (p. 69).

Nous tirons ainsi deux constats de leurs travaux: (1) le numérique agit ici comme un médiateur, un environnement facilitant et propice au développement de compétences et d'apprentissage, puis (2) la RCP en contexte numérique est associée à la mobilisation de la métacognition. Dans un contexte similaire, Chandra et Watters (2012) ont mené une étude auprès de 70 étudiants de 12^e année d'une école secondaire australienne. Ils soulignent la qualité des interactions au sein de l'environnement en ligne, ce qui représente selon eux un bel exemple de processus de RP échafaudé³ (*scaffolded problem-solving*). Puis, Arts, Gijssels et Segers (2006), qui voient les outils de discussion en ligne comme un « catalyseur de l'apprentissage », parlent d'un APP raffiné (*refined PBL*), le raffinement résidant principalement dans l'ajout d'une composante technologique dans l'approche. Ces études nous indiquent donc que les outils numériques en contexte de RCP agissent en tant que médiateurs, en tant que vecteurs. La littérature citée ici n'évoque donc pas de relation de causalité entre le développement de la RCP et le numérique, mais plutôt une puissante relation corrélative.

Il existe plusieurs études abordant plus spécifiquement le processus de RCP à l'aide du numérique. On parlera ainsi de « web-based problem-solving activities », notamment dans l'étude de Hwang *et al.* (2012), où il est suggéré que cette méthode place les élèves dans un état d'apprentissage marqué par l'implication, la concentration et le plaisir, ce que les auteurs rapprochent du concept de *flow*⁴ (voir Csikszentmihalyi et Csikszentmihalyi, 1988). De plus, tout comme Chandra et Watters (2012), Kim et Hannafin (2011) nous informent de plusieurs méthodes d'échafaudage supportées par la technologie (*technology-enhanced scaffolding*) à appliquer en fonction des phases du processus de RP, parmi lesquelles figurent des ressources provenant de l'internet ainsi que les environnements d'échanges et de collaboration en ligne (KF). Merrill et Gilbert (2008) ont quant à eux avancé que la forme la plus efficace d'interaction dans les communautés en ligne impliquait que cette interaction se situe dans le contexte d'une succession progressive de problèmes réels à résoudre (*real-world problems*). Dans une étude quasi expérimentale menée auprès de 156 élèves de septième année à Taiwan, Yu, She et Lee (2010) ont avancé que la RP

² La théorie de l'activité de Leontiev et le modèle d'Engeström sont tout-à-fait cohérents avec le CSCL et le KF, notamment en ce qui concerne les notions d'artéfact et de médiation. Pour plus d'informations, voir les travaux de Kaptelinin (2016).

³ L'échafaudage (*scaffolding*) est une méthode pédagogique consistant à séparer les tâches de l'apprenant en « morceaux », habituellement en niveaux croissant de difficulté, pour éviter la surcharge (Great Schools Partnership, 2015).

⁴ Le *flow* est un état dans lequel l'individu est complètement engagé dans l'activité qu'il accomplit, où les conditions sont favorables, notamment quant aux rétroactions et à l'absence de stress (Csikszentmihalyi et Csikszentmihalyi, 1988).

sur ordinateur pouvait améliorer les habiletés en RP à long terme. Même constat chez Huang *et al.* (2012) qui ont réalisé une étude quasi expérimentale auprès de 102 élèves de quatrième année du primaire : l'utilisation d'un dispositif technologique a permis aux étudiants de repérer plus facilement les problèmes et de se sentir plus confiants quant au processus de RP. Enfin, dans une étude quasi expérimentale menée auprès de 84 étudiants de 1^{er} cycle, dans un cours de psychopédagogie d'une université étatsunienne (Chen, 2010), les auteurs ont cherché à savoir si les instructions permises par un système en ligne (*web-based*) pouvaient contribuer aux compétences de RP, plus particulièrement dans le contexte de problèmes mal structurés⁵ (*ill-structured problems*). Leurs résultats démontrent que des fonctionnalités du système en ligne (des instructions procédurales, *procedure prompts*) pouvaient faciliter la phase de représentation du problème, l'une des étapes du processus de RP.

Les études présentées précédemment permettent de dégager une certaine récurrence dans la littérature, à savoir des impacts positifs de la combinaison du numérique et du processus de RCP. Les dispositifs et les méthodes employées varient beaucoup, mais globalement il est toujours question de tirer profit des principaux avantages rendus possibles par le numérique, notamment l'instantanéité de la rétroaction, l'interaction synchrone ou asynchrone, en un même lieu ou à distance, ainsi que le potentiel motivationnel des appareils technologiques, pour ne nommer que ceux-là. Cela tend donc à renforcer le lien entre le processus de RCP et le numérique, ce dernier permettant de concevoir des environnements d'évaluation faits sur mesure. Selon Griffin et Care (2015), cela aurait pour effet de contribuer au développement de compétences du 21^e siècle.

Conclusion

À la lumière des études et des recensions de la littérature évoquées, nous comprenons que le lien entre le numérique et la RCP en est un de proximité, où le numérique contribue à enrichir les pratiques pédagogiques et, par le fait même, à offrir des environnements et des opportunités particulièrement propices au développement de la compétence en RCP. Il a également été possible de constater la possibilité d'échafauder à l'aide du numérique, qui s'avère être un outil de médiatisation vecteur d'apprentissage. La présentation du CSCL et des KF a permis d'entrevoir tous les impacts potentiels de la RCP avec le numérique. De façon plus générale, nous remarquons que la littérature établit des liens très puissants entre le numérique et la RP individuelle. Cela nous permet d'ailleurs de jeter les bases d'une réflexion sur l'intégration de la RCP médiatisée par le numérique à l'école, une préoccupation qui nous semble s'imposer d'elle-même avec la mise en œuvre récente du Plan d'action numérique (PAN), qui occupera une place importante dans milieu de l'Éducation au Québec, rendant ainsi l'étude de ses ramifications et de ses impacts particulièrement souhaitable.

Liste de références

- Al-Azri, H. et Ratnapalan, S. (2014). Problem-based learning in continuing medical education: review of randomized controlled trials. *Canadian family physician*, 60(2), 157-165.
- Alharbi, H. A. (2017). The effectiveness of problem based learning: literature review. *International journal of current research*, 9(4), 49559-49565.

⁵ Souvent comparés à des problèmes de la vie quotidienne, les *ill-structured problems* impliquent une situation où les éléments ne sont pas tous bien définis et délimités, où il peut ne pas y avoir de réponse, et qui demande des habiletés métacognitives plus élevées que pour des problèmes bien définis et structurés (Chen, 2010).

- Arts, J. A., Gijsselaers, W. H. et Segers, M. S. (2006). Enhancing problem-solving expertise by means of an authentic, collaborative, computer supported and problem-based course. *European journal of psychology of education*, 21(1), 71-90.
- Boud, D. et Feletti, G. (1997). *The challenge of problem-based learning* (2e éd.). Londres, Royaume-Uni: Kogan Page.
- Chandra, V. et Watters, J. J. (2012). Re-thinking physics teaching with web-based learning. *Computers & Education*, 58(1), 631-640. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.09.010>
- Chen, C.-H. (2010). Promoting college students' knowledge acquisition and ill-structured problem solving: web-based integration and procedure prompts. *Computers & Education*, 55(1), 292-303. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.01.015>
- Csikszentmihalyi, M. et Csikszentmihalyi, I. S. (1988). *Optimal experience: psychological studies of flow in consciousness*. Cambridge, Royaume-Uni: Cambridge University Press.
- Depover, C., Karsenti, T. et Komis, V. (2007). *Enseigner avec les technologies: favoriser les apprentissages, développer des compétences*. Québec, Canada: Presses de l'Université du Québec.
- Ding, X. (2016). The effect of wechat-assisted problem-based learning on the critical thinking disposition of EFL learners. *International journal of emerging technologies in learning*, 11(12), 23-29. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i12.5927>
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding*. Helsinki, Finlande: Orienta-Konsultit.
- Fadel, C. ET Trilling, B. (2009). *21st Century skills: learning for life in our times*. San Francisco, États-Unis: Jossey-Bass.
- Funke, J. (2010). Complex problem solving: a case for complex cognition? *Cognitive processing*, 11(2), 133-142. <https://doi.org/10.1007/s10339-009-0345-0>
- Gouvernement del'Ontario (2015). *Compétences du 21e siècle: Document de réflexion*. Ontario, Canada: Imprimeur de la Reine pour l'Ontario.
- Great Schools Partnership. (2015). *Scaffolding*. Repéré à <https://www.edglossary.org/scaffolding/>
- Greeno, J. G. et Simon, H. A. (1984). *Problem solving and reasoning*. Pittsburgh, États-Unis: University of Pittsburgh.
- Griffin, P. et Care, E. (2015). The ATC21A method. Dans P. Griffin & E. Care (dir.), *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach* (p. 3-33). New York, États-Unis: Springer.
- Henri, F. et Lundgren-cayrol, K. (2001). *Apprentissage collaboratif à distance: Pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels*. Québec, Canada: Presses de l'Université du Québec.
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K. et Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. Dans P. Griffin & E. Care (dir.), *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach* (p. 37-56). New-York, États-unis: Springer.
- Huang, H.-S., Chiou, C.-C., Chiang, H.-K., Lai, S.-H., Huang, C.-Y. et Chou, Y.-Y. (2012). Effects of multidimensional concept maps on fourth graders' learning in web-based computer course. *Computers & Education*, 58(3), 863-873. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.016>
- Hurme, T.-R. et Järvelä, S. (2005). Students' activity in computer-supported collaborative problem solving in mathematics. *International journal of computers for mathematical learning*, 10(1), 49-73. <https://doi.org/10.1007/s10758-005-4579-3>
- Hwang, G.-J., Wu, P.-H. et Chen, C.-C. (2012). An online game approach for improving students' learning performance in web-based problem-solving activities. *Computers & Education*, 59(4), 1246-1256. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.009>
- Jonassen, D. H. (2011). *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments*. New York, États-Unis: Routledge.

- Jonassen, D. H. (2014). Assessing problem solving. Dans J. M. Spector, D. M. Merrill, J. Elen & M. J. Bishop (dir.), *Handbook of research on educational communications and technology* (4e éd., p. 269-288). New York, États-Unis: Springer.
- Kamga, R., Romero, M., Konis, V. et Misirli, A. (2017, 18-19 mai). *Identification des difficultés des futur(e)s enseignant(e)s du primaire et du préscolaire en lien avec la compétence de résolution collaborative de problèmes (RCP)*. Communication présentée au 5e sommet du iPad et du numérique en éducation, Montréal, Canada.
- Kaptelinin, V. (2016). *Activity theory*. Repéré le 20 novembre 2016 à <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/activity-theory>
- Kim, M. C. et Hannafin, M. J. (2011). Scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environments (TELES): Bridging research and theory with practice. *Computers & Education*, 56(2), 403-417. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.08.024>
- Kivunja, C. (2014). Do you want your students to be job-ready with 21st century skills? Change pedagogies: a pedagogical paradigm shift from vygotskyian social constructivism to critical thinking, problem solving and Siemens' digital connectivism. *International journal of higher education*, 3(3), 81. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v3n3p81>
- Kong, L.-N., Qin, B., Zhou, Y.-Q., Mou, S.-Y. et Gao, H.-M. (2014). The effectiveness of problem-based learning on development of nursing students' critical thinking: A systematic review and meta-analysis. *International journal of nursing studies*, 51(3), 458-469. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2013.06.009>
- Koschmann, T. (1996). Paradigm shifts and instructional technology: an introduction. Dans T. Koschmann (dir.), *CSSL: Theory and practice of an emerging paradigm* (p. 1-23). New Jersey, États-Unis: Lawrence Erlbaum Associates.
- Leontiev, A. (1978). *Activity and consciousness*. New Jersey, États-Unis: Prentice-Hall.
- Leontiev, A. (1981). *Psychology and the language learning process*. Oxford: Pergamon.
- Marquardt, M. J. et YEO, R. K. (2012). *Problem solving with action learning: concepts and cases*. Stanford, États-Unis: Stanford University Press.
- Merrill, M. D. et Gilbert, C. G. (2008). Effective peer interaction in a problem-centered instructional strategy. *Distance education*, 29(2), 199-207. <https://doi.org/10.1080/01587910802154996>
- Newman, M. (2004). *Problem-based learning: an exploration of the method and evaluation of its effectiveness in a continuing nursing education programme*. Londres, Royaume-Uni: Middlesex University.
- O'Neil, H. F., Chung, G. et Brown, R. (1997). Use of networked simulations as a context to measure team competencies. Dans H. F. O'Neil Jr. (dir.), *Workforce readiness: Competencies and assessment* (p. 411-452). New Jersey, États-Unis: Lawrence Erlbaum Associates.
- OCDE (2015). Résultats du PISA 2012 - *Trouver des solutions créatives (Volume 5): Compétences des élèves en résolution de problèmes de la vie réelle*. <https://doi.org/10.1787/9789264215771-fr>
- OCDE. (2017). PISA 2015: *Collaborative problem solving framework*. Repéré à <https://doi.org/10.1787/9789264281820-8-en>
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspects of mathematical methods*. New Jersey, États-Unis: Princeton University Press.
- Prosser, M. et Sze, D. (2014). Problem-based learning: student learning experiences and outcomes. *Clinical linguistics & phonetics*, 28(1-2), 131-142. <https://doi.org/10.3109/02699206.2013.820351>
- Robertson, S. I. (2017). *Problem solving: Perspectives from cognition and neuroscience*. (2e éd.). New York, États-Unis: Routledge.
- Romero, M. et Vallerand, V. (2016). *Guide d'activités technocréatives pour les enfants du 21e siècle*. Québec, Canada: Cocreativ.

- Sarmiento-Klapper, J. W. (2009). Sustaining Collaborative Knowledge Building: Continuity in Virtual Math Teams. (Drexel University, États-Unis). Repéré à <https://idea.library.drexel.edu/islandora/object/idea%3A3038>
- Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. Dans A. Walker, H. Leary, C.E. Hmelo-Silver & P.A. Ertmer (dir.), *Essential readings in problem-based learning* (p. 5-16). West Lafayette, États-Unis: Purdue University Press.
- Scardamalia, M. (2004). *CSILE/Knowledge forum®*. Education and technology: an encyclopedia, 183-192.
- Scardamalia, M. et Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The journal of the learning sciences*, 3(3), 265-283.
- Scardamalia, M. et Bereiter, C. (1996). Computer support for knowledge-building communities. Dans T. Koschmann (dir.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm* (p. 249-268). New Jersey, États-Unis: Lawrence Erlbaum Associates.
- Simon, H. A. et Newell, A. (1971). Human problem solving: The state of the theory in 1970. *American psychologist*, 26(2), 145.
- Stahl, G. (2006). *Group cognition: Computer support for building collaborative knowledge*. États-Unis: MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1934). *Thought and language*. Cambridge, États-Unis: MIT Press.
- Widyatiningtyas, R., Kusumah, Y. S., Sumarmo, U. et Sabandar, J. (2015). The impact of problem-based learning approach to senior high school students' mathematics critical thinking ability. *Journal on mathematics education*, 6(2), 107-116.
- Yu, W. F., She, H. C. et Lee, Y. M. (2010). The effects of web-based/non-web-based problem-solving instruction and high/low achievement on students' problem-solving ability and biology achievement. *Innovations in education and teaching international*, 47(2), 187-199. <https://doi.org/10.1080/14703291003718927>