

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 génériques¹, 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 historique, 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 créatrice², 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 réflexive³, 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 mathématique⁵. 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'application⁶ 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 to 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 pourrait 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 attitudes⁸ 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 critique⁹, 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. 28)

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 élèves¹³, 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, Lehmkühl 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 historique 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.



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 téléaccessible 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. 2^e 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, 1^{er} 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*. Baltimore: 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.
- Widyatingtyas, 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.