

Exploration de la résolution de problèmes à la maternelle à l'aide d'une approche interdisciplinaire en sciences et en arts

Édith Allard

Université du Québec à Trois-Rivières

Ghislain Samson

Université du Québec à Trois-Rivières

Résumé

Notre étude qualitative vise à explorer les manifestations de résolution de problèmes lors d'une intervention interdisciplinaire en sciences et en arts auprès de six enfants de maternelle. Les données sont collectées lors de quatre activités interdisciplinaires à l'aide de l'observation participante et sont traitées selon une analyse de contexte. Les résultats démontrent que la résolution de problèmes se manifeste autant lors des activités scientifiques qu'artistiques par le recours à des stratégies variées. Par conséquent, nous recommandons

l'utilisation de cette approche aux enseignants de maternelle. D'autres études sont toutefois nécessaires, considérant le petit échantillon et la courte durée de l'étude.

Mots-clés : résolution de problèmes, interdisciplinarité, sciences, arts, éducation préscolaire, maternelle

Abstract

Our qualitative study explores the ways in which six children of kindergarten age made use of their problem-solving skills during interdisciplinary activities combining science and arts. Data were collected through participant observation over the course of four activities and were interpreted using contextual analysis. Results show that children resorted to their problem-solving skills as much during scientific activities as during artistic ones, and did so through various strategies. Therefore, we recommend the use of this approach for kindergarten teachers. We further acknowledge the small sample size and short duration of the research and recommend that additional studies be conducted..

Keywords: problem solving, interdisciplinary approach, science, arts, pre-school education, kindergarten

Introduction

Depuis plusieurs années, l'importance accordée à l'éducation préscolaire est croissante. Ceci se traduit par plusieurs investissements majeurs de la part du gouvernement du Québec au cours des dernières années, depuis la mise en place de garderies subventionnées en 1997 jusqu'à l'ouverture de classes de maternelle 4 ans à temps plein en 2013 (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES], 2017). D'ailleurs, en juin 2017, le gouvernement du Québec a réitéré son intérêt pour l'éducation préscolaire par sa politique de la réussite éducative dans laquelle l'intervention précoce est l'une des orientations ciblées (MEES, 2017). L'intervention précoce est ainsi considérée comme étant un facteur de réussite éducative subséquent.

Plusieurs auteurs ont également soulevé l'importance de l'éducation préscolaire sur la réussite éducative (Heckman, 2006 ; Johnson, 1996 ; Karalis, 2009) en démontrant les répercussions positives qu'elle entraîne sur le désir d'apprendre et l'accomplissement de l'individu une fois adulte. L'Institut de la statistique du Québec (ISQ) a pour sa part plutôt démontré l'intérêt de stimuler la sphère cognitive du développement global de l'enfant durant son passage à la maternelle, alors que des répercussions positives sur la réussite scolaire en quatrième année y sont associées (Pagani, Fitzpatrick, Belleau, & Janosz, 2011).

Le développement cognitif occupe d'ailleurs une place centrale dans l'éducation préscolaire au Québec pour atteindre un des trois mandats de l'éducation préscolaire, celui de « jeter les bases de la scolarisation » (Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2006, p. 52). Dans cette optique, la maternelle est considérée comme « un lieu de stimulation intellectuelle où l'enfant [...] établit les fondements de ses apprentissages futurs » et « diversifie ses stratégies d'apprentissage » (MELS, 2006, p. 52). Par le fait même, le développement cognitif permet de fournir les bases nécessaires au développement d'habiletés cognitives complexes, comme la résolution de problèmes (RDP).

Résolution de problèmes à la maternelle

La RDP représente une habileté cognitive particulièrement importante à stimuler à la maternelle (Britz & Richard, 1992). En effet, cette habileté, en plus de contribuer au

développement cognitif de l'enfant (Bridge, 2004 ; Ministère de la Famille [MFA], 2014), favorise sa créativité (Bridge, 2004) et contribue à en faire un apprenant efficace (Pitri, 2001). Pour leur part, Lopes, Grando et D'Ambrosio (2017) considèrent que la RDP est le « fondement de l'apprentissage » (p. 252, traduction libre), préparant l'enfant à résoudre des problèmes de société. D'ailleurs, la RDP est considérée comme une stratégie d'enseignement et d'apprentissage efficace dès la petite enfance (Bridge, 2004 ; Britz & Richard, 1992) et comme un processus cognitif impliqué dans différents domaines d'apprentissage. Il est d'ailleurs possible de trouver, dans la documentation scientifique, quelques recherches effectuées au niveau préscolaire abordant ce concept dans différentes didactiques : en mathématiques (p. ex. : Charlesworth & Leali, 2012 ; Shiakalli & Zacharos, 2012) ; en sciences (p. ex. : Hong & Diamond, 2012) et en arts (p. ex. Pitri, 2001).

De façon générale, la RDP réfère à la capacité de l'individu à prendre des décisions lors d'investigations, d'explorations et d'expérimentations (Britz & Richard, 1992). Elle s'apparente à une énigme à résoudre, qui doit présenter une certaine résistance de sorte à provoquer d'éventuels conflits cognitifs chez l'enfant qui tente de la résoudre (Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel, & Toussaint, 2008). Selon ces mêmes auteurs, la RDP doit prendre place dans des situations concrètes et proposer un défi aux enfants. Conformément à la théorie de Vygotsky (1978), les défis doivent alors être adaptés aux enfants et susciter des interactions entre les enfants et avec l'enseignant (Bridge, 2004). De façon spécifique, le processus de RDP comporte quatre étapes : la formulation d'un problème, la planification d'une procédure pour le résoudre, l'exécution de la procédure choisie, puis l'élaboration de conclusions pour répondre au problème (Davis & Keller, 2009).

À la maternelle, les stratégies de RDP employées par les enfants sont multiples. Selon certains auteurs (Hong & Diamond, 2012 ; Phillips, Gorton, Pinciotti, & Sachdev, 2010 ; Shipley, 2002), elles consistent en la capacité de prédire (par des relations de cause à effet, notamment), d'observer et de comparer les données pour en tirer des conclusions. Elles comprennent également la capacité à surmonter un obstacle (Shipley, 2002), à tester ses solutions par essai-erreur et à interagir avec les autres en cas de besoin (Phillips et al., 2010). De même, poser des questions (Shipley, 2002) et trouver plus d'une solution à un problème (Phillips et al., 2010) représentent également des stratégies de RDP observables à la maternelle.

Interventions pédagogiques

Pour favoriser la réussite éducative associée à l'intervention précoce, le MEES (2017) spécifie l'importance de mettre en place des « pratiques éducatives et pédagogiques reconnues pour leur efficacité, appuyées par la recherche » (p. 17). Ainsi, afin de soutenir le développement d'habiletés de RDP chez les enfants, il importe de recourir à des approches pédagogiques efficaces qui sont cohérentes avec le stade de développement de l'enfant et le programme de formation de l'éducation préscolaire du Québec. L'une d'entre elles consiste en l'approche « main à la pâte » en sciences (Charpak, 1996 ; Shipley, 2002).

Le recours aux sciences constitue d'ailleurs une voie naturelle pour travailler la RDP avec les jeunes enfants, ceux-ci éprouvant une curiosité naturelle pour explorer le monde autour d'eux et y relever des problèmes à résoudre (Charlesworth & Leali, 2012). Les sciences permettent ainsi aux enfants d'agir directement sur les phénomènes et leur curiosité les amène à en observer les résultats (Hong & Diamond, 2012), constituant ainsi un contexte idéal et authentique pour développer des habiletés de RDP (Harlen, 2012).

Pour stimuler davantage le développement d'habiletés de RDP à l'aide des sciences, l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts semble également prometteuse. Cette approche s'inscrit dans le courant de recherche STEAM (sciences, technologie, ingénierie, arts et mathématiques). Dans ce courant, les chercheurs préconisent l'ajout des arts à l'enseignement de disciplines traditionnellement scientifiques en recourant à deux processus d'apprentissage spécifiques : des activités de type main à la pâte (*hands-on*) d'une part, et des activités menant à une production impliquant la pensée créative et la RDP, d'autre part (Katz-Buonincontro, 2018). Depuis quelques années, ce courant est en croissance dans le domaine de l'éducation (Katz-Buonincontro, 2018 ; Liao, 2016) et les nombreuses recherches effectuées au primaire et au secondaire dans ce champ démontrent des retombées intéressantes. Celles-ci sont d'ailleurs résumées dans l'article de Gess (2017) qui rapporte, entre autres, une amélioration des apprentissages, une augmentation du transfert des connaissances dans différents contextes, ainsi qu'une meilleure compréhension de concepts scientifiques.

Par ailleurs, ce courant est directement lié au concept d'interdisciplinarité, un concept pour lequel il existe plusieurs définitions en fonction du degré et de la nature de la collaboration entre les disciplines (Samson, Simard, Gareau, & Allard, 2017). Dans

notre étude, l'interdisciplinarité réfère à la mise en relation de deux disciplines (sciences et arts) pour résoudre de façon complémentaire des problèmes (Maingain, Dufour, & Fourez, 2002). Toutefois, puisque notre étude se déroule à l'éducation préscolaire, il ne s'agit pas d'un enseignement formel de l'une ou l'autre de ces deux disciplines, mais plutôt d'activités d'éveil prenant place dans ces domaines d'apprentissage, comme il est recommandé dans le programme d'éducation préscolaire du Québec pour favoriser le développement cognitif des enfants.

Aussi, pour recourir à l'interdisciplinarité, des similitudes doivent exister entre les disciplines explorées, que ce soit en lien avec les concepts eux-mêmes, les processus d'apprentissage ciblés, ou encore les habiletés développées (Lowe, 2002). C'est le cas de notre étude, puisque le concept général de lumière (incluant le concept d'ombres, de réfraction et d'arc-en-ciel) est celui retenu dans cette recherche, un concept pouvant s'explorer autant avec les sciences que les arts. De même, l'habileté ciblée, soit la RDP, est encouragée en sciences (Stoll, Hamilton, Oxley, Eastman, & Brent, 2012) et en arts (Pitri, 2001). De plus, ces deux disciplines se basent sur l'observation, l'expérimentation ainsi que la réflexion (Chessin & Zander, 2006). Malgré ces liens entre les sciences et les arts, peu d'études s'y sont intéressées au niveau préscolaire, et ses effets sur les habiletés de RDP demeurent méconnus.

Question de recherche

Alors que l'éducation préscolaire apporte des bénéfices à long terme pour les apprenants et que la sphère cognitive du développement de l'enfant est au cœur de la réussite éducative, il convient de s'intéresser davantage aux approches pédagogiques susceptibles de soutenir des habiletés cognitives comme la RDP. L'interdisciplinarité en sciences et en arts semble alors constituer une approche pédagogique contribuant favorablement au développement d'habiletés de RDP, ce processus cognitif étant impliqué dans ces deux domaines d'apprentissage à explorer à la maternelle. Cette approche ayant été peu étudiée jusqu'à maintenant au niveau préscolaire, il convient de l'explorer pour en déterminer ses effets potentiels sur le développement d'habiletés de RDP. Ainsi, la recherche dont il est question dans cet article vise à répondre à la question suivante : de quelle façon et à quel moment se manifestent les habiletés de RDP lors d'une intervention interdisciplinaire en sciences et en arts chez des enfants de maternelle ?

Méthode

Pour répondre à cette question, une méthodologie qualitative, de nature exploratoire et descriptive, est utilisée dans notre étude. Il s'agit d'un type de méthodologie approprié lorsque peu de documentation scientifique existe sur un objet d'étude permettant de décrire le phénomène et d'en développer une compréhension préliminaire (Fortin & Gagnon, 2016 ; Karsenti & Savoie-Zajc, 2018).

Participants

Ce projet de recherche, réalisé dans le cadre de la maîtrise de l'auteure principale de cet article, cible les enfants de maternelle de la région de la Mauricie. La RDP étant une manifestation du développement cognitif de l'enfant, qui s'observe lorsqu'un enfant est actif et dans un contexte authentique, six participants d'une classe de maternelle constituent l'échantillon. Ce petit échantillon se justifie par le fait que l'observation participante nécessite le recours à un échantillon restreint (Martineau, 2005), permettant ainsi une observation plus poussée de chacun des participants.

Dans le souci d'obtenir un échantillon représentatif de la classe dans laquelle la recherche se déroule, le choix des participants a été réalisé conjointement avec l'enseignante titulaire de la classe en se basant sur : l'âge, le genre et la note inscrite au bulletin précédant l'intervention relativement au développement cognitif de l'élève (compétence 5 du programme d'éducation préscolaire), pour en faire un groupe hétérogène. De plus, pour préserver l'anonymat des participants, un pseudonyme leur a été attribué.

Outils de collecte de données

Deux outils complémentaires ont été utilisés lors de la collecte de données. Le premier outil consiste en l'observation participante qui se définit comme étant « un outil de cueillette de données où le chercheur devient le témoin des comportements des individus et des pratiques au sein des groupes en séjournant sur les lieux mêmes où ils se déroulent » (Martineau, 2005, p. 6). Cette observation peut aussi être qualifiée de « participante complète par opportunité » (Lapassade, 2016), alors que la chercheuse est également enseignante dans l'école où s'effectue la collecte. L'utilisation de cet outil,

par l'immersion du chercheur dans son objet de recherche, suscite un nombre important de données, amenant la nécessité d'orienter le regard vers certains éléments ciblés au préalable (Martineau, 2016). Par conséquent, une grille d'observation de type systémique a été utilisée après avoir été conçue par la chercheuse, à partir du cadre de référence de cette étude (Martineau, 2016), en s'inspirant du *Early Learning Standards Inventory* de Phillips et ses collaborateurs (2010). Elle a ensuite été validée par une spécialiste de l'éducation préscolaire. Les éléments à observer ciblent certaines manifestations observables de la RDP, c'est-à-dire certaines stratégies de RDP propres aux enfants d'âge préscolaire pouvant se manifester à différents moments lors de chacune des activités interdisciplinaires. La chercheuse occupe alors le rôle d'observatrice en cochant sur la grille si les participants émettent des hypothèses, proposent des solutions, les testent par tâtonnement avec l'aide de leurs pairs et de l'adulte au besoin, et s'ils s'appuient sur leurs connaissances antérieures pour résoudre les différents problèmes soumis. Toutefois, comme le précise Martineau (2016), le recours à une grille d'observation ne doit pas empêcher l'observateur de rester ouvert à la nouveauté, faisant en sorte que des données complémentaires peuvent être ajoutées aux données obtenues à l'aide de la grille. Par conséquent, en plus de remplir la grille d'observation pour les six participants, la chercheuse consigne également certaines observations en les enregistrant sur un enregistreur vocal pour ensuite les retranscrire sur la grille. Certains propos des participants y sont également recueillis. Cet enregistrement, en permettant une reprise de l'observation, assure une certaine rigueur dans la collecte de données par une analyse plus fine et complète des données (Martineau, 2016 ; Van der Maren, 2003). De plus, pour améliorer la fidélité de cette collecte de données, l'observation des six participants a été répétée (Martineau, 2005), à quatre reprises, lors de chacune des activités interdisciplinaires effectuées en classe.

Le second outil de collecte de données utilisé consiste en un journal de bord rempli par la chercheuse à la suite de chacune des activités interdisciplinaires. Celui-ci se définit comme étant l'ensemble des « traces écrites, laissées par un chercheur, dont le contenu concerne la narration d'évènements [...] contextualisés » (Baribeau, 2005, p. 100). Selon cette auteure, en plus de permettre une triangulation des méthodes de collecte de données, le recours à ce deuxième outil assure la validité interne et externe du processus de recherche qualitative. En effet, les données recueillies dans le journal de bord facilitent la distanciation du chercheur avec son objet de recherche,

permettant d'« objectiver la subjectivité » (Martineau, 2005, p. 10). Comme le précise Baribeau (2005), les données qui y sont consignées peuvent concerner « des idées, des émotions, des pensées, des décisions, des faits, des citations ou des extraits de lecture, des descriptions de choses vues ou de paroles entendues » (p. 100). Ces données ont alors pour but d'expliquer certaines observations et de nuancer les résultats lors de leur interprétation. Elles visent également à faciliter la transférabilité des résultats de la recherche (Baribeau, 2005) en fournissant des informations relatives au contexte dans lequel se déroule cette dernière.

Procédure

Notre recherche s'est déroulée sur une période de quatre semaines lors desquelles la chercheuse a animé quatre activités interdisciplinaires, chacune d'elles ayant été validée par une spécialiste de l'éducation préscolaire et un didacticien des sciences dans une classe d'accueil en maternelle, d'une durée d'environ soixante minutes chacune. L'enseignante titulaire était présente durant ces activités et assistait la chercheuse au besoin (gestion des comportements, du temps, du matériel, etc.). Les six participants ciblés dans la classe d'accueil faisaient l'objet d'une observation à chacune de ces activités interdisciplinaires par la chercheuse.

Chacune des activités suivait le même déroulement. Des histoires de fiction servaient d'abord de contexte pour explorer le concept scientifique ciblé (lumière, ombres, réfraction ou arc-en-ciel), dont deux d'entre elles ont été inventées par la chercheuse. Un problème en lien avec l'histoire était ensuite soumis aux enfants, qui devaient, en grand groupe, proposer des solutions pour le résoudre et des hypothèses quant à l'issue des expérimentations scientifiques retenues. À la suite d'une démonstration de la part de la chercheuse, les enfants se regroupaient en petites équipes de travail pour résoudre le problème à l'aide d'expérimentations scientifiques. Ensuite, une proposition de création en lien avec le problème à résoudre était soumise aux enfants, qui, cette fois, procédaient à des expérimentations artistiques (arts plastiques, art dramatique, danse ou musique) en petites équipes de travail ou de façon individuelle dans le cas de l'œuvre en arts plastiques. Finalement, un retour en grand groupe était effectué par la chercheuse pour revenir au problème de départ, consolider certains apprentissages

et proposer une ouverture pour l'activité à venir la semaine suivante. Le déroulement général de la recherche est présenté au tableau 1.

Tableau 1. Déroulement général de l'intervention interdisciplinaire

Semaine	Mise en situation	Problèmes à résoudre	Activités interdisciplinaires
1 Lumière	Lecture de : La taupe qui avait peur du noir par Édith Allard	Sciences : Comment éclairer le fond du terrier de la taupe ?	Démonstration du comportement d'un faisceau lumineux en présence d'une boîte trouée et de miroirs. Expérimentation en petites équipes pour éclairer une figurine dans une boîte trouée avec un miroir et une lampe de poche.
		Arts plastiques : Représenter l'expérience par le dessin et un collage.	Démonstration de l'utilisation des pastels gras. Dessin au pastel gras et collage représentant la solution au problème scientifique.
2 Ombres	Lecture de : Petit Gruffalo de Julia Donaldson et Axel Scheffler	Sciences : Comment faire une ombre comme celle faite par la souris pour effrayer le Gruffalo ?	Démonstration de la création des ombres avec des silhouettes et une lampe de poche. Expérimentation en petites équipes pour former des ombres avec différentes sources lumineuses et obstacles.
		Art dramatique : Réaliser une pièce de théâtre d'ombres dans laquelle la souris fait une ombre géante.	Démonstration des techniques du théâtre d'ombres. Théâtre d'ombres présentant la finale (ou une variante) de l'histoire Petit Gruffalo.
3 Réfraction	Lecture de : Le drôle d'oisillon par Édith Allard	Sciences : Comment le martin-pêcheur réussit-il à attraper du poisson pour se nourrir ?	Démonstration du phénomène de réfraction avec un aquarium et des poissons. Expérimentation en petites équipes avec des pailles et des verres transparents remplis d'eau.
		Danse : Inventer une danse qui représente la réfraction pour aider le martin-pêcheur à se rappeler ce qu'est la réfraction.	Démonstration du lien entre la musique, les mouvements du corps et ce qu'ils représentent. Danse représentant la réfraction, soit la lumière qui traverse différents milieux.

Semaine	Mise en situation	Problèmes à résoudre	Activités interdisciplinaires
4 Arc-en-ciel	Lecture de : Le chasseur d'arc-en-ciel de Yayo	Sciences : Comment le personnage de l'histoire pourrait-il fabriquer son bout d'arc-en-ciel avec le matériel proposé ?	Démonstration de la formation d'un arc-en-ciel avec de l'eau, un miroir et une lampe de poche. Expérimentation en petites équipes pour former un arc-en-ciel avec un prisme et une lampe de poche. Observation des couleurs de l'arc-en-ciel.
		Musique : Interpréter une musique qui représente le phénomène d'arc-en-ciel pour aider le personnage à se rappeler comment faire apparaître un arc-en-ciel.	Démonstration de l'utilisation de différents instruments de musique et de rythmes variés. Musique représentant la formation de l'arc-en-ciel à l'aide d'instruments de musique et de paroles.

Méthodes d'analyse

Certaines données, collectées dans la grille d'observation sous forme de données chiffrées, fournissent des informations sur la fréquence d'observation des manifestations de RDP ciblées : le nombre de fois qu'un participant a émis une hypothèse, proposé une solution pour résoudre le problème, fait une tentative pour le résoudre, a eu recours à l'aide d'un pair ou a pris appui sur ses connaissances antérieures. Ces données ont alors été compilées afin de mieux cerner à quel moment et à quelle fréquence se manifestent les stratégies de RDP durant une activité interdisciplinaire. D'autres données, recueillies sous forme de commentaires de la chercheuse ou de propos des participants, ont servi à décrire ces manifestations de RDP. Elles ont été traitées selon l'analyse de contexte. La chercheuse a procédé à un codage des observations par thèmes, ces derniers étant prédéterminés par le cadre de référence ayant servi à concevoir la grille d'observation. Il s'agit alors d'une analyse effectuée selon une logique inductive délibératoire, le cadre théorique servant d'outil pour guider l'analyse (Karsenti & Savoie-Zajc, 2018).

Résultats

L'analyse des données révèle que des manifestations de RDP ont été observées lors de chacune des activités interdisciplinaires, et ce, autant lors des expérimentations scientifiques que lors des expérimentations artistiques.

Résultats portant sur les observations lors des activités scientifiques

D'abord, plusieurs manifestations de la RDP ont été observées lors de l'élaboration d'une procédure pour résoudre le problème scientifique. À ce propos, une seule participante n'a proposé aucune solution lors des quatre activités, alors que deux participants en ont suggéré plusieurs, et ce, à chacune des activités. Pour résoudre le problème, certains participants observaient le matériel disponible avant de faire une suggestion à la classe, recourant ainsi à une stratégie d'observation. C'est le cas de Nadine, qui proposait de placer un miroir dans la boîte et de regarder par le trou de la boîte pour voir si la taupe était éclairée lors de la première activité sur la lumière. Une autre stratégie utilisée consistait à s'appuyer sur ses connaissances antérieures pour proposer une solution. Par exemple, lorsqu'il a été demandé comment faire apparaître une ombre à la deuxième semaine d'intervention, Alexandre a suggéré une procédure sans doute basée sur une expérience antérieure, comme le démontrent ses propos : « on a besoin d'une lumière, je mets du noir, puis après, je mets ma main devant la lumière et ça va faire une ombre ». Dans d'autres cas, la stratégie de tâtonnement est celle qui a été utilisée par les participants. En effet, à la quatrième semaine, lorsque les enfants devaient proposer des façons de faire apparaître un arc-en-ciel dans la classe, Alexandre a suggéré de placer la lampe de poche dans le bol d'eau et, si cela ne fonctionnait pas, de mettre la lampe de poche au-dessus du bol d'eau ou même de placer le prisme dans l'eau.

Ensuite, des manifestations de la RDP ont été observées lors de la formulation des hypothèses. Encore une fois, certains participants se sont basés sur l'observation en tant que stratégie pour prédire l'issue des expérimentations scientifiques. Cette stratégie s'est manifestée notamment lorsque les participants devaient émettre une hypothèse sur l'endroit où se formerait l'arc-en-ciel avec le matériel proposé (bac d'eau, miroir, lampe de poche, feuille blanche et prisme). Ceux-ci ont alors émis l'hypothèse qu'elle apparaîtrait dans l'eau, dans l'air au-dessus de l'eau, sur la feuille, dans le prisme et

dans le miroir. Concernant le phénomène de réfraction, Justin s'est plutôt basé sur ses connaissances antérieures lorsqu'il a formulé l'hypothèse que la paille plongée dans un verre d'eau allait changer de place lors de la troisième semaine d'intervention, référant sans doute à une expérience effectuée antérieurement. À cette étape de l'activité, la stratégie s'appuyant sur une relation de cause à effet a également été utilisée par Mathieu lors de la deuxième semaine d'intervention portant sur les ombres, lorsqu'il a émis l'hypothèse qu'une ombre apparaîtrait sur le mur s'il bloquait la lumière avec sa main et qu'elle grossirait s'il éloignait sa main de la lumière.

Finalement, durant les expérimentations scientifiques, c'est-à-dire l'étape de manipulation du matériel, les principales stratégies de RDP utilisées ont été celles de l'observation et du tâtonnement. Les participants observaient d'abord la chercheuse effectuer une démonstration (p. ex. : comment utiliser un miroir pour diriger la lumière dans une direction donnée). Ils tentaient ensuite de résoudre le problème en utilisant les informations fournies par l'observation de cette démonstration. Ensuite, par tâtonnement, les participants manipulaient le matériel, procédant par essai-erreur. Ce fut le cas, par exemple, avec le problème sur la lumière, alors que les participants ont tous déplacé le miroir et la source lumineuse autant de fois que nécessaire pour arriver à éclairer la figurine de taupe dans le fond de la boîte. À l'exception de Mathieu, tous les participants ont même tenté de trouver plus d'une solution au problème. La même stratégie de tâtonnement a également été observée pour la formation des ombres. Les participants créaient des ombres à l'aide de leurs mains, puis de silhouettes, tentaient de faire apparaître des ombres sur une feuille de papier, sur le sol ou le mur, et essayaient de modifier la taille de l'ombre en bougeant la lampe de poche et l'obstacle. La formation des arcs-en-ciel à l'aide de prismes a aussi donné lieu à l'observation de cette stratégie ; les participants essayant de produire l'arc-en-ciel en plaçant le prisme dans différentes positions, en variant la distance entre le prisme et la lampe de poche ou en changeant de prisme pour en essayer des plus longs ou des plus étroits.

Durant les activités scientifiques, la stratégie du recours aux pairs, ou même à une personne-ressource (la chercheuse ou l'enseignante titulaire), n'a toutefois pas été observée, bien que celle-ci fasse partie des stratégies de RDP associées au niveau préscolaire (Phillips et al., 2010). En effet, bien que les expérimentations s'effectuaient en petites équipes de travail, les participants ont tous attendu leur tour pour procéder aux manipulations, sans tenter de reproduire ce que leur coéquipier avait fait avant eux,

même si cela permettait de résoudre le problème. Par exemple, dans le cas du problème sur la lumière, les participants plaçaient le miroir à leur façon pour tenter d'arriver à une solution personnelle. Le même scénario a été observé lors de la création des ombres, les participants créant des ombres sans imiter leurs coéquipiers.

En somme, l'habileté de RDP a été observée à différents moments lors des activités scientifiques, de la planification de la procédure de RDP, en passant par la formulation des hypothèses, jusqu'aux expérimentations. Les stratégies de RDP utilisées principalement par les participants sont celles de l'observation, du tâtonnement et, dans une moindre mesure, les relations de cause à effet.

Résultats portant sur les observations lors des activités artistiques

Les activités artistiques ont également donné lieu à des manifestations de RDP de la part des participants, encore une fois, lors des différentes étapes de leur réalisation. D'abord, une fois la proposition de création émise par la chercheuse sous forme d'un problème à résoudre (p. ex. : comment faire une musique qui représente l'arc-en-ciel ?), les enfants devaient suggérer une solution pour résoudre ce problème avant d'effectuer les expérimentations artistiques. Ainsi, des manifestations de RDP ont été observées lors de cette étape chez cinq des six participants, sous forme, cette fois, d'une stratégie recourant à la représentation symbolique. Par exemple, lors de la planification pour effectuer une danse représentant la réfraction, certains participants associaient un mouvement de leur corps à un comportement de la lumière propre au phénomène de la réfraction. C'est le cas d'Alexandre qui proposait de « marcher en ligne droite, comme la lumière dans l'air et de changer de direction quand on arriverait dans l'eau ». Pour d'autres participants, il était ardu de verbaliser leurs propositions de solution, ils utilisaient alors leur corps pour exprimer leurs idées, recourant à une approche kinesthésique pour résoudre le problème (Becker, 2013). Lorsqu'il a été demandé aux enfants comment faire une musique de l'arc-en-ciel, la même stratégie de représentation symbolique a été utilisée, cette fois, en associant un instrument de musique à un élément relatif au phénomène de l'arc-en-ciel. Par exemple, un participant a proposé de prendre un tambour pour représenter le Soleil, un autre participant a proposé de prendre un xylophone pour représenter les sept couleurs de l'arc-en-ciel. Pour représenter les gouttes d'eau, les participants ont proposé, à tour de rôle, l'utilisation d'un triangle, de castagnettes ou de tubes.

Ensuite, les expérimentations artistiques menant à une production finale ont également donné lieu à des manifestations de RDP. Celles-ci prenaient la forme de différentes stratégies : la représentation symbolique, le recours aux connaissances antérieures (en se basant sur les expérimentations scientifiques réalisées au préalable) et, dans une moindre mesure, le tâtonnement. Par exemple, pour représenter à l'aide d'un dessin et d'un collage la taupe recevant de la lumière dans son terrier grâce à un miroir, Mathieu a repositionné plusieurs fois le papier d'aluminium qui représentait le miroir jusqu'à ce que sa production reflète adéquatement le comportement de la lumière. Ainsi, les connaissances construites lors de l'activité scientifique ont été efficacement utilisées dans le contexte des expérimentations artistiques. Cette même constatation se présente également dans le cas du théâtre d'ombres ; les participants positionnant adéquatement la silhouette en carton de leur personnage par rapport à la source lumineuse et l'écran pour produire leur pièce de théâtre. De même, la danse de la réfraction a été réalisée par les participants en tenant compte de leurs nouvelles connaissances relatives à ce phénomène ; les mouvements des participants reflétant une simulation des milieux dans lesquels la lumière se déplace et de son changement de direction lorsqu'elle arrive dans ces différents milieux. Par exemple, Julia faisait des mouvements de nage pour représenter que la lumière est dans l'eau, puis elle changeait son mouvement en volant pour représenter que la lumière est dans l'air.

Toutefois, bien que ces exemples démontrent que la stratégie de s'appuyer sur ses connaissances antérieures pour résoudre un problème a été utilisée à plusieurs reprises, il a été observé, plus rarement, que certains participants n'y avaient pas recours. Par conséquent, le problème artistique initial n'était pas résolu, une observation qui ne semble cependant pas liée aux performances scolaires habituelles des participants concernés. Par exemple, Mathieu a décidé de terminer sa danse de la réfraction par l'imitation d'un monstre. Nadine, pour sa part, a choisi des clochettes pour la musique de l'arc-en-ciel, mais sans arriver à justifier son choix devant ses coéquipiers par un lien avec un élément relatif à l'arc-en-ciel. Julia, quant à elle, a fait un dessin et un collage dans lequel elle ne représente pas le comportement de la lumière, en ajoutant plutôt des fleurs et d'autres détails à son dessin pour l'embellir sans tenir compte de la proposition de création initiale et, par conséquent, du problème à résoudre.

Tout comme pour les expérimentations scientifiques, la stratégie du recours aux pairs ou à une personne-ressource n'a pas été exploitée par les participants. Ainsi, malgré

des suggestions pertinentes de procédures pour résoudre les problèmes artistiques, notamment dans le cas de la danse de la réfraction et de la musique de l'arc-en-ciel, les participants avaient de la difficulté à considérer les suggestions de leurs pairs. Ils décidaient donc de mettre en scène leurs propres idées, présentant ainsi des productions artistiques peu coordonnées, dans lesquelles les choix des participants reflétaient une construction personnelle du concept représenté.

En somme, des manifestations de RDP ont été observées lors des activités artistiques, de la planification d'une procédure pour résoudre le problème, des expérimentations artistiques et de la production finale. La principale stratégie utilisée est la représentation symbolique, celle-ci n'ayant pas été observée lors des activités scientifiques. La stratégie de tâtonnement a également été observée, notamment en lien avec la production en arts plastiques. De même, tout comme ce fut le cas avec les activités scientifiques, le recours aux connaissances antérieures a été une stratégie de RDP utilisée efficacement, permettant de résoudre la plupart des problèmes artistiques (la proposition de création) en se basant sur les connaissances antérieures, dont celles construites durant les activités scientifiques. De plus, tout comme dans le cas des activités scientifiques, le recours aux pairs n'a pas été une stratégie observée, les participants préférant effectuer des expérimentations à partir de leurs propres idées et mettre en scène leurs idées personnelles lors des productions finales devant le reste de la classe.

Par ailleurs, il importe également de souligner qu'une participante a très peu démontré de manifestations de RDP durant les quatre activités interdisciplinaires effectuées, et ce, autant en sciences qu'en arts. Cette enfant ne participait pas aux discussions en grand groupe et était plutôt passive durant les expérimentations. Ce comportement peut s'expliquer en partie par le fait qu'un enfant, pour s'engager dans le processus de RDP, doit avoir de l'intérêt pour la tâche et il doit se croire capable de résoudre le problème (Isenberg & Jalongo, 2001), ce qui n'était peut-être pas le cas avec cette participante.

Discussion

Nos résultats permettent d'avancer que l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts s'avère une approche utile pour soutenir le développement d'habiletés de RDP à la

maternelle. En effet, les activités scientifiques et artistiques ont toutes deux donné lieu à des manifestations de RDP. Ces résultats trouvent écho dans les résultats d'autres études s'étant intéressées à la RDP au niveau préscolaire. En effet, Stoll et ses collaborateurs (2012) soutiennent également que les activités de nature scientifique sont susceptibles de favoriser le développement d'habiletés de RDP, dans ce cas-ci, en lien avec des concepts de physique (forces et mouvements). Pitri (2001), pour sa part, prône l'importance des arts dans le développement du raisonnement et de la RDP chez le jeune enfant. De plus, les stratégies de RDP se sont manifestées lors des différentes étapes des activités interdisciplinaires : lors de la planification pour résoudre le problème, de l'émission d'hypothèses et de la vérification des idées par des expérimentations, ce que soutiennent également Britz et Richard (1992).

Concernant les stratégies de RDP, plusieurs d'entre elles ont été mobilisées par les participants pour résoudre les problèmes, qu'ils soient de nature scientifique ou artistique : le tâtonnement, l'observation, ainsi que le recours aux connaissances antérieures. Les deux premières stratégies concordent avec celles proposées par Phillips et ses collaborateurs (2010) qui placent l'observation et l'expérimentation par tâtonnement comme étant des manifestations principales de la RDP chez le jeune enfant. En ce qui a trait à la troisième stratégie observée : la mobilisation et la coordination des connaissances et des expériences antérieures, celle-ci constitue une stratégie nécessaire pour arriver à résoudre un problème à l'éducation préscolaire, alors qu'elle amène l'enfant à faire des liens entre des éléments nouveaux et ceux qu'il a déjà assimilés (Shiakalli & Zacharos, 2012). Il est alors peu surprenant que celle-ci ait été observée à plusieurs reprises, et ce, chez la majorité des participants.

Par ailleurs, certaines stratégies de RDP ont été observées seulement dans l'une ou l'autre des disciplines explorées. C'est le cas de la stratégie s'appuyant sur une relation de cause à effet, observée seulement lors des activités scientifiques, et celle de la représentation symbolique, observée seulement lors des activités artistiques. Les résultats d'une étude réalisée par Hong et Diamond (2012) démontrent que les problèmes à résoudre au cours d'activités scientifiques permettent au jeune enfant de développer son habileté à faire des hypothèses et des prédictions en s'appuyant, notamment, sur des relations de cause à effet. Ces résultats corroborent donc nos propres résultats dans lesquels certains participants ont eu recours à cette stratégie pour résoudre un problème de nature scientifique. Pour ce qui est de la stratégie de représentation symbolique

observée lors des activités artistiques, celle-ci trouve écho dans les travaux de Duffy (2006), cette auteure considérant que la représentation symbolique est très présente pendant des activités artistiques et qu'elle est fortement liée à la capacité d'abstraction, une composante essentielle à la RDP.

Aussi, nous avons observé que la stratégie qui implique le recours aux pairs pour résoudre le problème n'a pas été utilisée par les participants de notre étude, bien que celle-ci fasse partie des stratégies habituellement sollicitées par les jeunes enfants pour résoudre des problèmes (Phillips et al., 2010 ; Shipley, 2002). Il est possible d'expliquer en partie ce résultat par la théorie des stades de développement de l'enfant de Piaget. Selon cette théorie, l'enfant de maternelle est au stade préopératoire de son développement (Piaget, 1967), ce qui l'amène à faire preuve d'égoïsme intellectuel. Cette caractéristique se manifeste par une difficulté à prendre en considération le point de vue de l'autre, expliquant en partie la raison pour laquelle les participants avaient de la difficulté à utiliser les idées de leurs pairs, notamment pour les productions artistiques collectives. La recherche effectuée par Azmitia (1988) va dans le même sens en précisant que les enfants, dès leur jeune âge, ont conscience du degré de compétence des gens autour d'eux. De ce fait, selon l'auteure, ils préfèrent observer un modèle qu'ils considèrent comme expert plutôt que leurs pairs. Ainsi, dans notre étude, les participants ont observé la chercheuse durant les démonstrations et ont tenté de reproduire certains éléments lors de leurs propres expérimentations ; la chercheuse correspondant à un modèle expert pour eux. De même, ils n'ont pas ressenti le besoin d'observer leurs pairs, pour qui les expérimentations étaient tout aussi nouvelles que pour eux.

Finalement, nos résultats démontrent que la nature du problème proposé peut influencer l'engagement de l'enfant dans le processus de RDP. D'autres auteurs (Bridge, 2004 ; Britz & Richard, 1992 ; Isenberg & Jalongo, 2001) ont également constaté que certains aspects d'une activité favorisaient la RDP auprès de jeunes enfants. Selon Isenberg et Jalongo (2001), l'activité de RDP doit être signifiante pour l'enfant, lui permettre de s'exprimer ainsi que de résoudre le problème de différentes façons. Pour Bridge (2004), la RDP nécessite la présence d'activités ouvertes dans lesquelles l'enfant doit faire des choix et s'impliquer pour rendre l'activité signifiante pour lui. La présence de communication et de coopération serait aussi à considérer pour faciliter la mise en place de stratégies de RDP chez les jeunes enfants (Britz & Richard, 1992). Les activités proposées dans notre recherche comportent ces différentes caractéristiques : elles sont

ouvertes, permettant de trouver plusieurs solutions au même problème ; elles favorisent les échanges d'idées par la communication et la coopération ; et, pour la plupart des participants, elles étaient significatives, ces derniers s'engageant activement dans la tâche.

Conclusion

Nos résultats, appuyés par ceux de la documentation scientifique antérieure, démontrent que les activités impliquant les sciences et les arts sont susceptibles d'encourager le développement d'habiletés de RDP chez l'enfant de maternelle. Le fait d'intégrer les arts à l'exploration de concepts scientifiques fournit alors un contexte propice pour multiplier les occasions de résoudre des problèmes et d'amener l'enfant à développer des stratégies de RDP variées et adaptées à la situation. Puisque les stratégies de RDP utilisées varient selon la nature du problème soumis, l'enfant peut alors recourir à une grande variété de stratégies contribuant, par conséquent, à son développement cognitif. L'objectif de notre recherche est donc atteint, alors que notre étude permet de répondre à la question de recherche, à savoir de quelle façon et à quel moment se manifestent les habiletés de RDP lors de l'utilisation d'une approche interdisciplinaire en sciences et en arts à la maternelle.

Il est désormais possible de proposer des pistes d'intervention pour les enseignants de maternelle, de même que quelques pistes pour des recherches futures pouvant pallier certaines limites de notre recherche.

Retombées professionnelles

Nos résultats permettent d'abord de soutenir le recours à une approche interdisciplinaire en sciences et en arts pour favoriser le développement d'habiletés de RDP chez les enfants fréquentant la maternelle. Cette approche, en suscitant de nombreux problèmes issus des activités scientifiques et artistiques, permet aux enfants de s'engager dans le processus de RDP et de développer plusieurs stratégies qui leur seront utiles pour la suite de leur scolarité, mais également pour résoudre différents problèmes de la vie quotidienne. Il convient toutefois de rappeler aux enseignants que certains principes doivent être respectés pour s'assurer d'offrir des activités de RDP de qualité aux enfants.

En effet, il importe que l'activité proposée comporte un problème adapté au niveau de l'enfant, représentant ainsi un défi réaliste pour lui. Aussi, comme le rappellent Britz et Richard (1992), l'environnement de la classe et les activités proposées doivent être pensés de sorte à encourager la RDP. Ceci implique d'avoir recours à des activités et à du matériel ouverts, c'est-à-dire des activités qui peuvent être résolues de différentes façons et du matériel qui possède plusieurs façons d'être utilisé. Les activités doivent être centrées sur l'enfant de sorte qu'il puisse manipuler, réfléchir, prédire et expérimenter pour résoudre le problème soumis. Un climat de classe favorisant les échanges et la collaboration est également à privilégier pour amener les enfants à découvrir une multitude de stratégies de RDP et à les expérimenter. Finalement, il convient de planifier des activités dans lesquelles les quatre étapes de la RDP sont mises de l'avant : définir un problème, développer une procédure pour le résoudre, exécuter la procédure et vérifier son efficacité en élaborant une conclusion. De même, le fait de varier les domaines d'apprentissage semble une stratégie pédagogique pertinente pour contribuer au développement de stratégies de RDP diversifiées qui s'adaptent à la situation problématique soumise aux enfants. Dans ce sens, les situations d'apprentissage utilisées dans notre recherche constituent une ressource disponible sur demande pour les enseignants souhaitant s'initier à une approche interdisciplinaire favorisant le développement d'habiletés de RDP.

Limites de la recherche

Cette recherche comporte quelques limites, faisant office de pistes pour des recherches futures. D'abord, le petit échantillon utilisé, soit six enfants, constitue une première limite. En effet, les résultats obtenus ne permettent pas de généraliser les résultats et sont susceptibles de varier dans un autre contexte et en présence d'un échantillon plus grand. Alors que cette étude avait une visée exploratoire, les résultats obtenus encouragent désormais la réalisation de prochaines études sur la RDP comportant un nombre de participants plus élevé.

Une deuxième limite concerne le fait que notre recherche se soit déroulée sur une courte période, soit une durée totale d'environ quatre heures, réparties sur quatre semaines. Puisque les modifications des compétences intellectuelles se manifestent à long terme (Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007), il est probable qu'une intervention

se déroulant sur une plus longue période s'avère nécessaire pour entraîner un effet significatif sur le développement de la RDP. De plus, pour déterminer si les stratégies développées lors des activités interdisciplinaires à la maternelle suscitent un impact à long terme sur le développement de l'enfant, une étude se déroulant sur une plus longue période constitue une piste pour une prochaine recherche.

Aussi, l'étude s'est déroulée dans le milieu de travail de la chercheuse. De ce fait, certains participants ont peut-être amplifié leur engagement face aux tâches proposées afin de plaire à la chercheuse, référant ici au concept de désirabilité sociale. Cette considération constitue donc une limite de cette recherche, alors que la fréquence des manifestations de RDP peut avoir été augmentée par la présence de la chercheuse dans leur classe.

Finalement, il aurait été intéressant de valider les activités interdisciplinaires auprès d'un spécialiste de la didactique des arts en plus de la validation effectuée par un didacticien des sciences. Cette validation supplémentaire aurait permis de s'assurer que la progression du degré d'abstraction de la première activité artistique (en arts plastiques) jusqu'à la dernière activité (en musique) est adéquate pour des enfants d'âge préscolaire.

Notre étude visait à explorer les habiletés de RDP lorsque des enfants de maternelle sont soumis à une intervention interdisciplinaire en sciences et en arts, une approche pour laquelle peu de documentation scientifique existe à ce jour au niveau préscolaire. Les résultats obtenus avec le petit échantillon utilisé permettent de constater que la RDP se manifeste dans différents domaines d'apprentissage à explorer à la maternelle et que l'approche interdisciplinaire encourage le recours à des stratégies de RDP diversifiées. La nature des activités proposées se doit toutefois de respecter différents principes qui s'avèrent nécessaires pour soutenir la RDP dans une classe de maternelle. Les enseignants de maternelle sont donc encouragés à proposer des problèmes à partir de situations ouvertes et signifiantes qui placent l'enfant au cœur de la démarche de découverte. C'est ainsi que les enfants s'engagent dans leurs apprentissages et qu'ils seront susceptibles de devenir des citoyens capables de résoudre des problèmes complexes.

Références

- Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (2008). *Mots-clés de la didactique des sciences. Repères, définitions, bibliographies*. Bruxelles, Belgique: De Boeck Université.
- Azmitia, M. (1988). Peer interaction and problem solving: When are two heads better than one? *Child Development*, 59(1), 87–96. doi: 10.2307/1130391
- Baribeau, C. (2005). L'instrumentation dans la collecte de données : Le journal de bord du chercheur. *Recherches qualitatives, Hors Série(2)*, 98–114.
- Becker, K. M. (2013). Dancing through the school day: How dance catapults learning in elementary education. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 84(3), 6–8. <https://doi.org/10.1080/07303084.2013.763665>
- Bridge, H. (2004). Rediscovering problem solving in the early childhood curriculum. *The Language and Literacy Spectrum*, 14(Spring), 93–103.
- Britz, J. & Richard, N. (1992). *Problem solving in the early childhood classroom*. Washington, DC: National Education Association.
- Charlesworth, R. & Leali, S. A. (2012). Using problem solving to assess young children's mathematics knowledge. *Early Childhood Education Journal*, 39(6), 373–382.
- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire*. Paris, France: Flammarion.
- Chessin, D. & Zander, M. J. (2006). The nature of science and art. *Science Scope*, 29(8), 42–46.
- Davis, G. A. & Keller, J. D. (2009). *Exploring science and mathematics in a child's world*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill/Prentice Hall.
- Duffy, B. (2006). *Supporting creativity and imagination in the early years*. Maidenhead, Royaume-Uni: McGraw-Hill Education.
- Fortin, M.-F. & Gagnon, J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche. Méthodes quantitatives et qualitatives*. Montréal, QC: Chenelière Éducation.
- Gess, A. H. (2017). STEAM education: Separating fact from fiction. *Technology and Engineering Teacher*, 77(3), 39–41.

- Harlen, W. (2012). *Enseigner les sciences : comment faire ?* (Nouvelle Édition). Paris, France: Éditions Le Pommier.
- Heckman, J. J. (2006, 10 janvier). Catch'em young. *Wall Street Journal*, p. A14.
- Hong, S.-Y. & Diamond, K. E. (2012). Two approaches to teaching young children science concepts, vocabulary, and scientific problem-solving skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.09.006>
- Isenberg, J. P. & Jalongo, M. R. (2001). *Creative expression and play in early childhood* (3e éd.). Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Johnson, R. B. (1996). *The effectiveness of preschool education on academic achievement*. Repéré à <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED400069.pdf>
- Karalis, T. (2009, mai). Lifelong learning and preschool education: Odd couple or eclectic relationship? *Problems of Education in the 21st Century*, 12, 68–73.
- Karsenti, T. & Savoie-Zajc, L. (2018). *La recherche en éducation : Étapes et approches* (4e éd. revue et mise à jour). Montréal, QC: Les Presses de l'Université de Montréal.
- Katz-Buonincontro, J. (2018). Gathering STE(A)M: Policy, curricular, and programmatic developments in arts-based science, technology, engineering, and mathematics education. Introduction to the special issue of Arts Education Policy Review: STEAM Focus. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 73–76. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1407979>
- Lapassade, G. (2016). Observation participante. Dans J. Barus-Michel, E. Enriquez, & A. Lévy (dir.), *Vocabulaire de psychosociologie : Positions et références* (p. 392–407). Toulouse, France: ERES.
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *Art Education*, 69(6), 44–49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
- Lopes, C. E., Grando, R. C., & D'Ambrosio, B. S. (2017). Experiences situating mathematical problem solving at the core of early childhood classrooms. *Early Childhood Education Journal*, 45(2), 251–259. doi: 10.1007/s10643-016-0775-0

- Lowe, A. (2002). La pédagogie actualisante ouvre ses portes à l'interdisciplinarité scolaire. *Éducation et francophonie*, 30(2), 218–240.
- Maingain, A., Dufour, B. & Fourez, G. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles, Belgique: De Boeck Université.
- Martineau, S. (2005). L'instrumentation dans la collecte des données. L'observation en situation : enjeux, possibilité et limites. *Recherches qualitatives, Hors Série*(2), 5–17.
- Martineau, S. (2016). L'observation directe. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte de données* (6e éd., p. 315–336). Québec, QC: Presses de l'Université du Québec.
- Ministère de la Famille (MFA), (avec la collaboration du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport et du ministère de la Santé et des Services sociaux). (2014). *Favoriser le développement global des jeunes enfants au Québec. Une vision partagée pour des interventions concertées*. Québec, QC: Gouvernement du Québec. Repéré à <https://www.mfa.gouv.qc.ca/fr/publication/Documents/Favoriser-le-developpement-global-des-jeunes-enfants-au-quebec.pdf>
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire, Enseignement primaire*. Québec, QC: Gouvernement du Québec. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/formation_jeunes/prform2001.pdf
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES). (2017). *Politique de la réussite éducative. Le plaisir d'apprendre, la chance de réussir*. Québec, QC: Gouvernement du Québec. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PSG/politiques_orientations/politique_reussite_educative_10juillet_F_1.pdf
- Pagani, L. S., Fitzpatrick, C., Belleau, L., & Janosz, M. (2011). Prédire la réussite scolaire des enfants en quatrième année à partir de leurs habiletés cognitives, comportementales et motrices à la maternelle. *L'Institut de la statistique du Québec*, 6(1), 1–12. Repéré à http://www.iamillbe.stat.gouv.qc.ca/publications/fascicule_reussite_scol_fr.pdf

- Phillips, R. D., Gorton, R. L., Pinciotti, P., & Sachdev, A. (2010). Promising findings on preschoolers' emergent literacy and school readiness in arts-integrated early childhood settings. *Early Childhood Education Journal*, 38(2), 111–122. <http://dx.doi.org/10.1007/s10643-010-0397-x>
- Piaget, J. (1967). *La psychologie de l'intelligence*. Paris, France: Armand Colin.
- Pitri, E. (2001). The role of artistic play in problem solving. *Art Education*, 54(3), 46–52.
- Resta-Schweitzer, M. & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 1(1), 63–82.
- Samson, G., Simard, C., Gareau, A., & Allard, É. (2017). Existe-t-il une didactique de l'interdisciplinarité ? Le cas de la mathématique, de la science et de la technologie. Dans S. El Euch, A. Groleau, & G. Samson (dir.), *Didactiques : bilans et perspectives* (p. 245–264). Québec, QC: Presses de l'Université du Québec.
- Shiakalli, M. A. & Zacharos, K. (2012). The contribution of external representations in pre-school mathematical problem solving. *International Journal of Early Years Education*, 20(4), 315–331. <https://doi.org/10.1080/09669760.2012.714992>
- ShIPLEY, D. (2002). *Empowering children. Play-based curriculum for lifelong learning* (3e éd.). Scarborough, ON: ITP Nelson.
- Stoll, J., Hamilton, A., Oxley, E., Eastman, A. M., & Brent, R. (2012). Young thinkers in motion: Problem solving and physics in preschool. *Young Children*, 67(2), 20–24.
- Van der Maren, J.-M. (2003). *La recherche appliquée en pédagogie. Des modèles pour l'enseignement* (2e éd.). Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur. doi: 10.3917/dbu.maren.2003.01
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.