

## **Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs- Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans**

**Konstantinos Ravanis**

**ravanis@upatras.gr**

Laboratoire de la Didactique des Sciences, des Mathématiques et des TIC  
Département des Sciences de l'Éducation (Section Préscolaire)  
Université de Patras  
Grèce

### **Résumé**

Dans cet article nous présentons un cadre théorique sociocognitif consacré à l'étude de la construction des connaissances du monde physique chez les enfants de 5-7 ans. Ce cadre se compose d'une articulation des éléments théoriques (représentations, modèles précurseurs, objectifs-obstacles, médiation et tutelle) produits par les théories de l'interactionnisme social, de la psychologie sociale du développement et du fonctionnement cognitif et par les résultats de la recherche en didactique des sciences physiques qui, en général, reconnaissent l'importance et le rôle fondamental de l'interaction sociale dans le développement d'opérations cognitives et d'apprentissages. Cet article présente également quelques-uns des résultats les plus significatifs des recherches effectuées sur différents aspects de l'approche choisie. La discussion de ces résultats peut conduire à rendre claire l'hypothèse selon laquelle, tant la construction des connaissances des phénomènes physiques que la création d'activités scolaires sont nécessaires et efficaces à l'âge de 5-7 ans.

**Mots clés:** sciences physiques, théories sociocognitives, représentations, modèles précurseurs, objectifs-obstacles, médiation et tutelle, âge de 5-7 ans

## **Representaciones, Modelos Precursores, Objetivo-Obstáculos, Mediación- Tutoría: conceptos clave para la construcción del conocimiento del mundo físico a la edad de 5-7 años**

### **Resumen**

En este artículo se presenta un marco teórico sociocognitivo dedicado al estudio de la construcción de conocimiento del mundo físico en niños de 5-7 años. El marco consiste en un conjunto de elementos teóricos (representaciones, los modelos precursores, los objetivos-obstáculos, la mediación y la tutela) producido por las teorías del interaccionismo social, psicología social y el desarrollo del funcionamiento cognitivo y los resultados la investigación sobre la enseñanza de la física, reconocen la importancia y el papel de la interacción social en el desarrollo de las operaciones cognitivas y de aprendizaje. Este artículo también presenta algunos de los resultados más significativos de la investigación sobre diversos aspectos de la aproximación. La discusión de estos resultados puede ayudar a aclarar el supuesto de que tanto la construcción del conocimiento de los fenómenos físicos como la creación de actividades escolares son necesarias y eficaces a la edad de 5-7 años.

**Palabras clave:** Ciencias naturales, teorías sociocognitivas, representaciones, modelos precursores, objetivo-obstáculos, mediación-tutoría, edad de 5-7 años

# **Representations, Precursor Models, Objective-Obstacles, Mediation-Tutoring: key concepts for the construction of knowledge of the physical world at the age of 5-7 years**

## **Abstract**

In this paper we present a theoretical framework sociocognitive devoted to the study of knowledge construction of the physical world in children of 5-7 years. The framework consists of a joint theoretical elements (representations, precursor models, objectives-obstacles, mediation and tutoring) produced by the theories of social interactionism, social psychology and the development of cognitive functioning and results research into the teaching of physical science, recognize the importance and role of social interaction in the development of cognitive operations and learning. This article also presents some of the most significant results of research on various aspects of the approach. The discussion of these results can help to make clear the assumption that both the construction of knowledge of physical phenomena as the creation of school activities are necessary and effective at the age of 5-7 years.

**Keywords:** natural sciences, sociocognitive theories, representations, precursor models, objective-obstacle, mediation and tutoring, age of 5-7 years

## **1. INTRODUCTION**

Le développement équilibré des enfants, qui semble être aujourd'hui généralement admis, nécessite parmi d'autres directions une familiarisation précoce avec les propriétés de la matière, les phénomènes physiques et les concepts des sciences physiques et naturelles à partir de l'âge préscolaire. Une grande partie des recherches effectuées dans le cadre de la psychologie éducative, développementale et cognitive, de la didactique des sciences et de la pédagogie préscolaire et/ou primaire qui s'orientent vers la construction des connaissances chez l'enfant, nous montre clairement que même à la petite enfance, la pensée approche le monde physique d'une façon continue et intensive.

Comme nous l'avons constaté dans plusieurs études, les jeunes enfants élaborent les éléments de l'environnement physique spontanément ou dans des situations d'interaction et produisent des outils cognitifs qui permettent la construction des savoirs. C'est pourquoi les programmes scolaires de l'école maternelle et primaire portent sur les activités d'approche ou d'initiation aux entités, aux phénomènes et aux objets du monde physique et/ou social ainsi qu'aux concepts des sciences physiques afin de s'en approprier, de les comprendre et les mettre en relation entre eux.

Les points de vue éducatifs qui conduisent la construction des programmes des activités sont souvent extrêmement différents et par conséquent les objectifs pédagogiques envisagés peuvent être très variés. En réalité il y a de grandes différences entre le choix du contenu, les méthodologies de l'organisation et du déploiement, les objectifs et l'évaluation des activités scientifiques, les outils utilisés et finalement les rôles des instituteurs/trices et des enfants. Évidemment le choix qu'on doit effectuer afin de déployer des activités scientifiques dépend des conceptions générales et opérationnelles d'ordre psychologique, pédagogique et didactique qui dominent dans les programmes divers des activités. Cependant les points de vue éducatifs sont quelques fois explicites et suffisamment argumentés au niveau du cadre théorique, des objectifs généraux et des pratiques pédagogiques, mais le plus souvent ces points de vue étant implicites ne proposent que

des cadres ou des plans praxéologiques et non rarement sous forme de recettes pédagogiques.

Dans cet article nous présentons une nouvelle synthèse en reformulant et rediscutant arguments théoriques, concepts de base et aussi quelques extraits et exemples provenant des articles antérieurs (p. ex. Ravanis, 1998, 1999, 2000, 2005).

## **2. UNE TAXINOMIE DES CADRES THÉORIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES POUR LA CONSTRUCTION DU MONDE PHYSIQUE ENTRE 5 ET 7 ANS**

L'approche de conceptualisations théoriques, de résultats des recherches et de propositions d'activités pour les enfants de 5-7 ans nous a permis de distinguer des différences notables au niveau des objectifs, du contenu, de l'organisation et de la mise en œuvre des activités scientifiques, mais aussi au niveau des matériaux pédagogiques et des dispositifs utilisés, ainsi qu'au niveau du rôle des enfants et des instituteurs et des outils de l'évaluation utilisés. Cette approche nous a conduit à une classification des activités scientifiques pour les petits enfants qui propose les cadres théoriques et méthodologiques de trois perspectives différentes (Ravanis, 1994; Ravanis & Bagakis, 1998; Zogza et al., 2001).

(a) La première catégorie rassemble des activités qui se développent dans des cadres où dominent l'empirisme et les courants behavioristes. L'enseignant prépare les dispositifs, présente des éléments choisis des sciences physiques, dirige la classe, pose des questions, formule des problèmes et donne des explications, en essayant de transmettre des connaissances selon le modèle traditionnel de communication à l'école, du type enseignant-émetteur et élève-récepteur. Ces choix ne sont presque jamais justifiés par rapport aux besoins logiques, aux représentations, aux ressources cognitives et aux capacités ou aux possibilités des enfants (Hibon, 1996; Conezio & French, 2002).

(b) Le cadre théorique et méthodologique de la deuxième catégorie de recherche et de déploiement des activités est constitué par l'épistémologie génétique piagétienne. Dans ce

cadre, on offre aux enfants des possibilités d'assimilation des connaissances physiques par l'expérimentation et la manipulation de matériel pédagogique spécialement construit, choisi et organisé. L'instituteur planifie les axes généraux de l'activité, observe, encourage et questionne les enfants, intervient selon les circonstances et les difficultés des enfants, évalue les résultats du travail effectué par les enfants afin d'améliorer l'ensemble de ces conditions (Crahay & Delhaxhe, 1988; Kamii & De Vries, 1993).

(c) Dans l'approche sociocognitive, on peut classer des activités qui sont influencées par les théories d'apprentissage post-piagétienne et/ou par la théorie de Vygotski ainsi que par les résultats de la recherche en didactique des sciences physiques, qui en général reconnaissent l'importance et le rôle privilégié de l'interaction sociale dans la mise en place de nouvelles opérations cognitives et apprentissages. L'enseignant comme tuteur et/ou médiateur intervient entre d'une part, les connaissances et les pratiques scientifiques et, d'autre part, les problèmes de la pensée représentative des jeunes enfants (Inagaki, 1992; Ravanis & Bagakis, 1998).

Dans ce cadre théorique, nous formulons des activités d'initiation scientifique à l'âge de 5-7 ans, qui visent à la déstabilisation et/ou à la reformulation des représentations naïves des petits élèves. Les activités proposées sont les produits des recherches spécifiques préalables, à partir des planifications méthodologiques assez classiques (pré-test, interventions didactiques in vitro, post-test, analyses quantitatives des différences entre pré et post-test, analyses qualitatives des échanges et des interactions entre adultes et enfants pendant les interventions, évaluation et dans quelques cas, interventions didactiques in vivo et analyses qualitatives et quantitatives correspondantes). Cette procédure tente de répondre à la question de l'efficacité des interventions et des interactions didactiques qui posent comme objectif le dépassement des difficultés des petits élèves.

Nous présentons ensuite les concepts de base, dont l'articulation pourrait nous offrir un cadre théorique sociocognitif pertinent pour le développement de la recherche sur la construction du monde physique chez la pensée des petits enfants.

### 3. LES CADRES THÉORIQUES D'UNE APPROCHE SOCIOCOGNITIF

Le travail avec les sciences physiques entre 5 et 7 ans présente des aspects cognitifs, sociaux, affectifs et culturels (Robbins, 2009; Fleer, 2009). Notre approche va se limiter aux aspects cognitifs et sociaux, c'est-à-dire il y a ici un point de vue théorique en mettant l'emphase sur les transformations éventuelles de la pensée des enfants soutenues par le milieu social, que nous avons choisi comme enjeu principal de notre recherche. Examinons ensuite, quel est le statut que l'on attribue aux concepts évoqués dans le travail avec les enfants à ces âges en utilisant des exemples des recherches antérieures sur la construction des concepts de la lumière et de l'ombre.

Ces deux concepts comme réseau avec ses invariants opératoires et les problèmes posés et résolus dans ce réseau, constituent un champ conceptuel selon le cadre théorique de

G. Vergnaud (1990) et comme A. Weil-Barais (2005) le "traduit" pour les sciences physiques.

#### 3.1. Les représentations

La question de la construction des représentations du monde physique chez la pensée des enfants constitue un champ de recherche psychologique et épistémologique assez exploré. En réalité les aspects psychologiques et épistémologiques portent sur les origines et la genèse des représentations et s'orientent vers les conditions sociales de la construction et de la modification des représentations durant le développement (Piaget, 1975; Karmiloff-Smith, 1992). Dans plusieurs recherches, souvent animées par des points de vue théoriques différents ou même opposés et contradictoires, nous pouvons constater que les enfants dès la naissance approchent le monde physique, formulent et reformulent quelques représentations, résolvent de problèmes relatifs et acquièrent progressivement la connaissance physique. Dans le cadre de la didactique des sciences physiques et naturelles le problème de la construction et du changement des représentations à l'âge scolaire occupe aussi une place importante (Johnsua & Dupin, 1993).

Les représentations étant produites de l'histoire individuelle et sociale de l'enfant se trouvent en interaction continue avec le milieu socioculturel et éducatif et elles présentent un caractère dynamique, développemental et évolutif. Ainsi dans la mesure où les représentations à travers lesquelles l'enfant interprète les phénomènes du monde physique se trouvent en distance ou en contradiction avec quelques éléments des modèles scientifiques, les idées dominantes des courants des recherches en didactique des sciences physiques visent à la construction des interventions pédagogiques et des situations didactiques susceptibles de favoriser le passage des représentations naïves, implicites, locales et non conscientes des notions ou des phénomènes aux conceptions et aux formes mentales explicatives.

#### La lumière

Dans un travail de recherche précédent (Ravanis, 1999), nous avons cherché à identifier les tendances de raisonnement des enfants de 5-6 ans relatives au concept de lumière. Quand nous allumons une lampe de poche nous produisons sur le mur une tache lumineuse et nous interrogeons chaque enfant (Figure 1) : "Où y a-t-il de la lumière provenant de la lampe de poche?". Si les enfants reconnaissent l'existence de la lumière dans la lampe et sur le mur nous leur demandons, en montrant du doigt quelque part entre la lampe et le mur : "Est-ce qu'il y a de la lumière entre la lampe et le mur?". Cette question donne l'opportunité aux enfants de reconnaître la lumière en dehors des sources, sur une tache lumineuse aux surfaces éclairées ou dans l'espace, dans le cadre d'une situation familière. Les réponses obtenues ont été classées en trois catégories:

(a) Reconnaissance de la lumière dans l'espace. P.ex. «Il y a sur le mur .... dans l'air .... mais on ne peut pas voir la lumière toujours».

(b) Centration sur la tache lumineuse sur le mur. P.ex. «Il y a sur le mur», «Là .... sur le mur blanc ».

(c) Centration sur les sources lumineuses. P.ex. « La lumière est dans l'ampoule », « C'est la lampe de poche ».

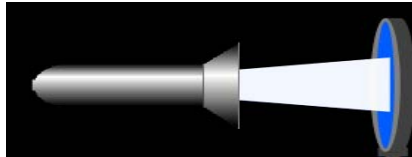


Figure 1

En utilisant un autre dispositif on peut recueillir quelques résultats semblables. On pose verticalement deux cartons de 17cm x 25cm sur des supports horizontaux stables de façon à ce que les cartons se trouvent à une distance de 12cm l'un de l'autre. Le premier de ces cartons comporte un orifice de 0.5cm<sup>2</sup> à une hauteur de 7cm de son point d'appui. À une distance de 8cm, en face de l'orifice, nous plaçons une source lumineuse (lampe, 4.8V, 2.4W, voir Figure 2). Nous allumons la lampe et nous demandons aux enfants si dans l'espace entre les deux cartons il y a de la lumière. Par cette tâche on cherche à savoir si les enfants reconnaissent la lumière comme entité dans l'espace, cette fois dans le cadre d'une situation non familière.

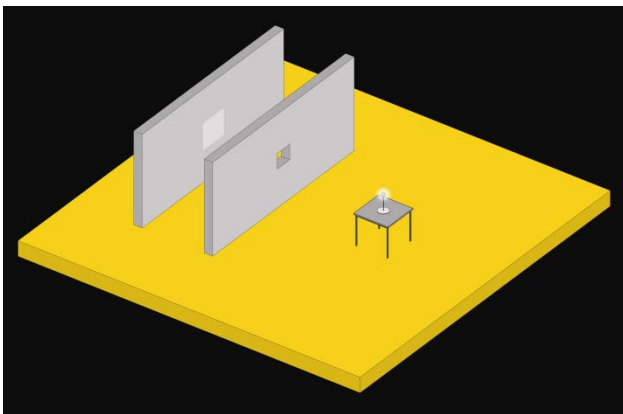


Figure 2

### La formation des ombres

Nous présentons maintenant un autre exemple sur les représentations des enfants de 5-7 ans : la formation des ombres. Au cours des entretiens individuelles nous avons demandé aux enfants de donner des réponses et des explications au sujet de la formation d'une ombre. Nous avons aussi demandé au cours de quatre tâches-situations expérimentales de prévoir les positions possibles d'une ou deux ombres, ou les positions d'une ou deux lampes par rapport à un obstacle vertical (Figure 3).

À la suite de l'analyse systématique entreprise à partir des recherches antérieures qualitatives et quantitatives avec les enfants de l'école maternelle (Ravanis, 1998; Dumas Carré et al., 2003), nous avons pu distinguer au niveau des représentations trois difficultés principaux dans les raisonnements et les explications des élèves :

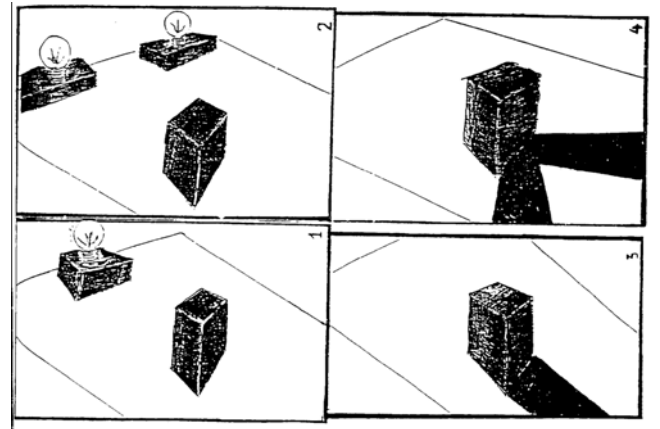


Figure 3

- (a) Une difficulté pour reconnaître le mécanisme de la formation de l'ombre, c'est-à-dire à reconnaître la fonction de l'empêchement de la lumière par un obstacle opaque dans la formation du phénomène ;
- (b) Une difficulté pour définir la place de l'ombre par rapport à celle de la source et de l'obstacle ;
- (c) Une difficulté pour identifier la correspondance entre le nombre des lampes et celui des ombres.

### 3.2. Les objectifs-obstacles

Les représentations, quelle que soit leur origine, sont autant de points qui peuvent faire difficultés à l'apprentissage. Le travail de recherche avec les enfants de divers âges a montré que l'élaboration et la transformation de leurs représentations sont très souvent entravés par divers obstacles : les limites qui posent les domaines d'expérience des enfants, la polysémie éventuelle des mots, leurs niveaux psychogénétiques, leurs centrations aux endroits des dispositifs expérimentaux qui ne sont pas pertinentes à l'appropriation du savoir, leurs attitudes et pour les plus petites enfants les types de leurs explications souvent animistes, artificialistes, finalistes, égocentriques et aussi leurs structures mentales logiques. La prise en compte de ces multiples difficultés que nous rencontrons nous conduit à la désignation de nos objectifs didactiques en termes de dépassement des obstacles.

Selon J.-L. Martinand (1986) l'idée de la formulation des *objectifs-obstacles* est basée sur deux hypothèses fondamentales (Martinand, 1986, p. 109-114). La première est qu'il « est possible de trouver un nombre limité de progrès décisifs, non acquis spontanément mais qui ont une signification du point de vue de la pensée scientifique ou technologique, des attitudes et des capacités correspondantes ». La seconde hypothèse est que dans une activité, il existe à un moment donné du parcours éducatif « un obstacle décisif, dont l'aspect dominant se situe dans une des grandes catégories d'objectifs, attitudes méthodes, connaissances, langages, savoir-faire ».

Dans les exemples évoqués précédemment sur la lumière et les ombres, parmi les représentations constatées on peut distinguer deux qui constituent des obstacles décisifs :

- (a) Sur la lumière. L'absence de la reconnaissance de la lumière comme étant une *entité distincte*, indépendante des sources qui la produisent et des effets qu'elle provoque, existant dans une certaine région de l'espace. Dans la

perspective piagétienne, cette forme d'explication centrée sur les impressions immédiates caractérise le mode de fonctionnement de la pensée pré-opératoire : reconnaître la lumière en tant qu'entité distincte exige en effet le développement de la transitivité opératoire; ceci constitue « l'une des conditions nécessaires de la construction des groupements d'opération concrètes » (Piaget, 1971, p. 21). La différence essentielle entre la pensée intuitive et une approche conceptuelle de la lumière comme entité distincte est que la pensée intuitive ignore le champ de propagation de la lumière pour se centrer exclusivement, tantôt sur les sources lumineuses, tantôt sur les surfaces fortement éclairées. La centration sur les sources lumineuses et sur les effets produits constitue une entrave à une conception de la lumière comme entité dans l'espace entre une source et une surface réfléchissante.

(b) Sur les ombres. L'élaboration des réponses des enfants sur les quatre dispositifs (Figure 3) nous a permis de repérer les difficultés cognitives chez les enfants. Les enfants n'ont pas proposé d'explications pour la formation des ombres en termes de l'empêchement du faisceau lumineux par un objet opaque ; leur référence au rôle de l'objet et de la lampe est confuse. Aussi, même s'ils désignent correctement la région de l'espace où se forment les ombres ou encore celle où se trouvent les lampes, ils ne peuvent pas l'expliquer. De plus les enfants ne se sont pas avérés capables d'établir la liaison entre le nombre d'ombres et le nombre de lampes. Généralement, ils font allusion à l'objet opaque et à la lampe sans proposer d'explications. Parmi donc ces représentations l'ombre comme une absence de lumière due à l'interposition d'un objet opaque constitue un obstacle de la pensée décisif.

La notion d'objectif-obstacle, semble être très productive dans les recherches avec les jeunes élèves. En réalité nous avons vérifié plusieurs fois la position selon laquelle dans chaque situation didactique il y a des obstacles déterminants que les enfants de 5 à 7 ans dépassent, à condition de participer aux interactions sociales - éducatives menant aux nouvelles régulations cognitives et par conséquent, l'enjeu des interventions didactiques que nous bâtissons est le franchissement des obstacles des enfants. En plus dans ces interventions didactiques l'articulation des actions des enseignants, des interactions maîtres - élèves, des planifications et des réalisations des activités pédagogiques peuvent conduire simultanément à la construction de modèles précurseurs.

### 3.3. Les modèles-précurseurs

La didactique des sciences physiques et naturelles envisage l'articulation et l'élaboration des représentations différentes en modèles compatibles aux scientifiques (Dupin & Johsua, 1989; Martinand et al., 1992). Le concept de modélisation, qui se réfère aux études sur les démarches de construction, de validation et d'utilisation de modèles, prend à l'âge des 5-7 ans une forme spéciale. La construction des modèles, en tant que forme symbolique de la pensée, se base sur les articulations progressives entre le registre empirique, le registre formel et le registre cognitif (Lemeignan & Weil-Barais, 1993). De même, l'exploitation des modèles permet la reformulation et l'exactitude des *descriptions* et les fonctions d'*explication* et de *prédiction* (Genzling & Pierrard, 1994). Mais on sait bien que, d'une part, la genèse et, d'autre part, l'utilisation des modèles à l'enseignement

des sciences sont les produits de procédures éducatives spécialement orientées, de longue durée, nécessitant des élaborations et des organisations au niveau de la pensée et dépassant considérablement la structuration cognitive des jeunes enfants. Par conséquent, l'enjeu des efforts pour l'initiation des enfants de 5-7 ans aux sciences physiques ne peut pas être celui de l'acquisition du modèle lui-même. Si on reste fidèle à l'idée de base du constructivisme selon laquelle l'activité intellectuelle des élèves est fondamentale dans le processus d'apprentissage, on est obligé de s'adapter à leurs ressources cognitives. C'est-à-dire, tenir compte des représentations du monde physique des enfants et travailler sur la transformation de ces représentations en des conceptions ayant des caractéristiques compatibles à celles des modèles scientifiques.

Une série des recherches (Ravanis et al., 2008; Koliopoulos et al., 2004; Resta-Schweizer & Weil-Barais, 2007; Canedo-Ibarra, 2010) montrent que le concept du *modèle précurseur* proposé par Weil-Barais & Lemeignan, pourrait être fructueux pour le travail sur le progrès cognitif des jeunes enfants. « *Le qualificatif précurseur associé au mot modèle signifie qu'il s'agit de modèles préparant l'élaboration d'autres modèles. En conséquence, les modèles précurseurs comportent un certain nombre d'éléments caractéristiques des modèles savants vers lesquels ils tendent* » (Lemeignan & Weil-Barais, 1993, p. 26). Que peuvent nous offrir ces entités intermédiaires entre les premières représentations qu'ont les élèves du monde physique et les modèles des sciences physiques ? « *Le présumé dont nous sommes partis est qu'il est possible d'explicitier, de systématiser les représentations personnelles, de cerner leur domaine de validité pour en faire des représentations au sens d'une modélisation. Ces modèles peuvent, dans certains cas, constituer des précurseurs des modèles scientifiques* » (Weil-Barais & Lemeignan, 1994, p. 98).

Ainsi, dans notre point de vue, nous utilisons le concept du modèle précurseur comme cadre de référence dans lequel nous cherchons des éléments stables et articulés au niveau cognitif, qui constituent un système relationnel et qui pourraient favoriser plus tard l'élaboration et la maîtrise des modèles scientifiques. Pour les enfants de 5 à 7 ans nous pouvons supposer que s'ils sont en mesure de décrire et de prévoir d'une manière compatible avec les modèles transposés à l'enseignement, ils ont construit un modèle précurseur.

Pour continuer avec les exemples présentés dessus, chez les enfants de 5 à 7 ans, un modèle précurseur pour la construction des phénomènes optiques élémentaires comporte deux notions :

(a) La lumière comme entité distincte et autonome dans l'espace qui se déplace et peut interagir avec les objets et aussi le statut différent des sources lumineuses et de la lumière.

(b) La formation des ombres comme produit d'un mécanisme d'obstruction de la lumière par les objets opaques.

Nous avons formulé ce modèle précurseur en tenant compte, d'une part, de l'identification des obstacles de la pensée des enfants et d'autre part, de l'analyse correspondante du modèle savant. Ici sans doute nous pouvons distinguer au fond le concept de la « Transposition Didactique » avec un

sens élargi du concept (Ginestí, 2008; Boilevin, 2010). Cette constatation affirme que le cadre théorique proposé dans cet article présuppose aussi d'autres concepts de base d'origine psycho-didactique. Pourtant, pour raisons d'économie, de simplicité et de faisabilité ce cadre n'est pas articulé que par des concepts prépondérants. Nous avons donc fait de ces obstacles les objectifs de notre intervention didactique qui vise à conduire les enfants à leurs dépassements et à la construction du modèle précurseur.

### 3.4. Médiation et Tutelle

Si donc nous acceptons l'idée que l'élaboration et la construction de modèles précurseurs sont fécondes pour l'initiation des jeunes enfants à une exploration structurée du monde physique et si nous voulons faciliter la formation de ces modèles, nous avons besoin de choix théoriques et méthodologiques pouvant produire la dynamique de l'intelligence des élèves, envisager les difficultés rencontrées, conduire aux décisions pédagogiques rationnelles et bâtir des séquences didactiques centrées sur le franchissement des obstacles.

Quels types de procédures d'enseignement, quelles formes d'interactions entre enseignant et élève, quels outils, ressources et supports pédagogiques, quels dispositifs expérimentaux utilisons-nous ? Et surtout quelles espèces d'analyses sont les pertinentes afin de décrire ou de vérifier le franchissement des obstacles et la construction des modèles précurseurs ? Pour fournir des premières réponses à ces questions, nous nous référons à deux points de vue théoriques qui ont influencé notre approche.

Le premier, d'origine psychosociale, est inspiré par les hypothèses de l'interactionnisme social (Vygotski, 1985) et de la psychologie sociale du développement et du fonctionnement cognitif (Doise & Mugny, 1981). D'une part, nous trouvons l'importance qu'attache Vygotski aux interactions sociales qui permettent le passage des régulations interpersonnelles vers un développement intrapersonnel. Les transformations de l'enfant, conditionnées par son activité dans le système des rapports sociaux, mobilisent non seulement un développement de ses facultés, mais aussi des changements fondamentaux dans la sphère des besoins et des motivations. D'autre part, les travaux de recherche sur les mécanismes mentaux qui articulent la dynamique sociale et la dynamique individuelle soulignent que les enfants construisent mieux ses outils de la pensée et ses connaissances, lorsqu'ils interagissent, du fait qu'ils intériorisent des processus sociaux. Malgré quelques différences entre les diverses approches, dans l'ensemble, ces recherches donnent la priorité à une micro-analyse du développement cognitif, dans des situations de communication et d'interaction et elles mettent en évidence de mécanismes sociaux impliqués dans l'acquisition de connaissances. Dans ce cadre nous pouvons constater les bénéfices que provoquent de modalités d'interactions comme le conflit cognitif ou sociocognitif, le marquage social, la coordination des points de vue, la co-construction, la co-élaboration, la confrontation avec désaccord etc.

Le deuxième point de vue théorique qui influence notre recherche, part d'une approche plutôt didactique puisqu'il tend à analyser les rôles, les fonctions et les actions des enseignants et des élèves pendant les interactions (Dumas Carré & Weil-Barais, 1998). Selon Weil-Barais et Dumas

Carré (1998), nous pouvons distinguer deux types d'interactions didactiques : la tutelle et la médiation.

L'idée de la tutelle est assez explorée dans la recherche sur la construction des savoirs. Dans la conception de la tutelle l'enseignant « ... est un tuteur qui exerce une action sur l'élève (il propose à l'élève des situations et des questions, il oriente son activité, il réduit les possibles, il lui propose des sous-but, il lui montre, il l'informe etc.) et explique » (Weil-Barais & Dumas Carré, 1998, p. 5). Selon Winnykamen (1998) que « considérera comme interactions de tutelle ou guidage pour la construction ou l'acquisition d'un savoir faire ou d'un savoir, toute situation interpersonnelle (souvent dyadique) où se retrouvent les trois conditions principales suivantes : dissymétrie plus ou moins spécifique ou générale face à la connaissance à acquérir, enrôlement effectif des partenaires, et différence mais complémentarité des buts de l'interaction » (p. 33) :

On peut trouver quelques fonctions et catégories des actions des enseignants dans des recherches d'autres auteurs qui ont étudié des activités tutorielles des institutrices avec les petits enfants. Bruner (1983), par exemple, en analysant les composantes d'un étayage efficace a reconnu au tuteur six fonctions principales : l'enrôlement du sujet dans la tâche, la réduction des difficultés, le maintien de l'orientation par rapport à l'objectif central ou aux objectifs intermédiaires, la signalisation des caractéristiques déterminants, le contrôle de la frustration, la démonstration.

La conception de la médiation crée un champ assez nouveau au niveau de la recherche pédagogique qui accumule et incorpore à la fois le constructivisme, l'interactionnisme social et le relativisme épistémologique (Chappaz, 1996).

(a) Le premier est relatif à l'adoption de l'hypothèse selon laquelle un individu en développement construit ses propres connaissances, ses attitudes, ses intérêts dans des situations sociales des échanges.

(b) Le deuxième se base sur des points de vue qui acceptent que les pratiques médiatrices des enseignants facilitent les constructions évoquées précédemment mais aussi, au-delà de l'efficacité des apprentissages, puissent favoriser une transformation de l'ensemble de l'équipement cognitif et un développement de la dynamique de la pensée des enfants.

(c) Le troisième, le relativisme épistémologique, qui mise en doute la vérité scientifique éternelle nous guide à l'interrogation sur la pertinence, la validité, la fonctionnalité et finalement au choix des savoirs scolaires.

Dans le cadre de la conception de la médiation, l'enseignant « ... est médiateur au sens où il est un intermédiaire, d'une part entre le monde des connaissances et des pratiques scientifiques et, d'autre part, les élèves. Sa fonction est de négocier avec les élèves des changements cognitifs. Ces changements portent à la fois sur les questions à traiter, les dispositifs expérimentaux pertinents, les procédés, les modèles explicatifs, les systèmes des représentations symboliques, les formes de causalité ainsi que sur les formes des échanges entre les personnes » (Weil-Barais & Dumas Carré, 1998, p. 6). Ainsi pour Y. Lenoir (1996), « traiter de médiation, c'est poser le postulat que le savoir est une production humaine socialement déterminée qui requiert un processus cognitif d'objectivation s'établissant grâce à un système médiateur entre un sujet et un objet de

*connaissance qu'il produit et qui le produit en retour* » (p. 228).

Les directions d'analyse des interventions tutorielles et/ou médiatrices des enseignants qui sont orientées vers les raisonnements et les activités des enfants correspondent aux différents champs d'identification sociocognitifs (Dumas Carré & Goffard, 1998, p. 147-148) : le champ des savoirs disciplinaires, le champ pédagogique constitué par les conceptions et les connaissances des enseignants sur la gestion de la classe, du travail et des relations, le champ des choix didactiques des enseignants et le champ de leurs croyances et valeurs à propos de la science.

Ces deux aspects théoriques évoqués précédemment, l'interactionnisme social et la psychologie sociale du développement et du fonctionnement cognitif, prescrivent un cadre très intéressant pour l'étude de la construction des savoirs et du déploiement des activités de sciences physiques pour les petits enfants. En effet, d'une part, l'ancrage dans la position théorique selon laquelle le développement de l'intelligence a une nature sociale et, d'autre part, l'orientation de la recherche vers l'étude consacrée aux interactions pour l'appropriation du savoir scientifique à l'âge de 5-7 ans, nous ont permis de mettre en valeur les efforts pour le franchissement des obstacles des jeunes enfants et la construction de modèles précurseurs.

Dans les recherches orientées vers l'étude des interactions didactiques entre l'enseignant ou le chercheur et les petits enfants, nous pouvons distinguer deux types d'analyses. Utilisé dans une recherche sur la construction des ombres et étant plus profond et global, le premier type permet d'approcher l'ensemble des planifications pédagogiques et des situations didactiques (Dumas Carré et al., 2003). Cette approche s'appuie sur les explications du réseau conceptuel de référence, du champ empirique exploré, du cadre épistémique mis en œuvre, des mises en scène pédagogiques et de la dynamique interactive et enfin des conceptualisations mobilisées dans des conditions données.

- L'explicitation du réseau conceptuel de référence peut être faite par une analyse a priori effectuée d'une part, par rapport aux résultats de la recherche sur les représentations et les obstacles auxquels les enfants font face et, d'autre part, à la connaissance savante afférente.
- L'examen des tâches prévues et effectuées définit le champ empirique exploré. Dans ce cadre, on analyse les phénomènes ainsi que les dispositifs mis en œuvre et les activités réalisées. Par cette analyse, on distingue les demandes des observations, des reproductions, des variations d'actions, des productions, des explications etc, et on les codifie dans une série de tâches.
- L'accès au cadre épistémique mis en œuvre a été effectué par l'identification du système de valeurs dans les interventions des enseignants en tant que dirigeants des activités scientifiques. Ainsi, l'analyse porte sur les caractéristiques sociales de l'activité scientifique, sur le système de valeurs et de croyances ainsi que sur ce qui relève de démarches heuristiques, d'observation, de méthodes, d'exigences scientifiques et d'activités mentales ou symboliques.
- Les mises en scène pédagogiques et la dynamique interactive font l'objet d'une analyse spécifique de l'ensemble des épisodes des séquences expérimentales.

Afin de valoriser la richesse des échanges, on caractérise chaque épisode par son "entrée" et sa "sortie". À l'entrée, on rend compte de l'initiative du chercheur ou de l'enfant. À la sortie, on rend compte des types d'issues des épisodes qu'on a caractérisés.

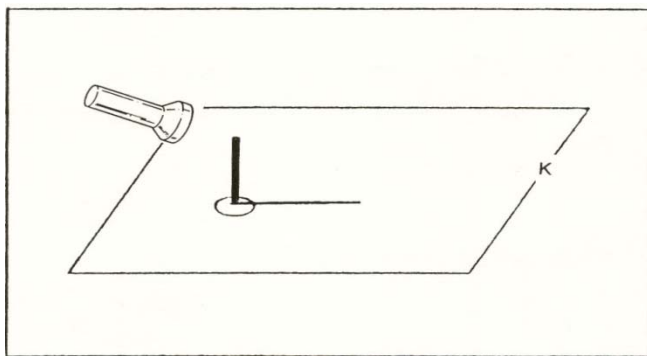
- L'exploration des échanges et des dialogues permet de mettre en évidence les conceptualisations réalisées au cours des interactions. Pour chaque thème élaboré, l'analyse du discours du chercheur, globalement comparé au discours des enfants, conduit à la compréhension et à la formalisation de leurs relations et des conceptualisations effectuées.

Le deuxième type d'analyse, plus limité et pointu, porte sur les pratiques de la tutelle et/ou de la médiation mises en place et se focalise sur la classification des stratégies des interactions didactiques entre l'enseignant ou chercheur et l'élève. L'analyse des résultats des recherches sur l'appropriation des propriétés magnétiques élémentaires et sur les phénomènes du frottement du roulement, de l'évaporation et de la formation des ombres nous conduit à la formulation des caractéristiques générales des quatre stratégies didactiques (Ravanis 1998, 2000).

- La première, la stratégie "prédiction - constat - interprétation", comporte les stades suivants : demande de prédiction, réalisation d'une expérience, demande d'observation plus ou moins guidée, formalisation du résultat de l'observation relatif à la prédiction interrogée et demande d'explication et d'interprétation du phénomène.
- La stratégie "décentration - coordinations des centrations" est la deuxième stratégie formulée. Elle se développe en quatre phases successives : demande de description et/ou d'explication d'un phénomène et questionnement jusqu'à interruption du dialogue, identification des centrations des enfants qui ne facilitent pas la construction des éléments d'un modèle précurseur, répétition/reformulation du questionnement jusqu'à interruption de dialogue, déplacement des centrations des enfants et focalisation de l'interaction selon un point de vue alternatif.
- Une troisième stratégie fréquemment utilisée est "l'élargissement du domaine de l'expérience". Ici, en demandant la réalisation d'une activité, on constate des obstacles insurmontables causés par la limitation des références empiriques de l'enfant. On introduit une information supplémentaire focalisant l'attention sur l'objectif - obstacle, on propose de nouvelles actions et on recommence les interactions avec l'enfant pour un travail sur la nouvelle expérience.
- Finalement, la quatrième stratégie, celle de "la recherche et constatation de l'impossible", comporte les trois phases suivantes : demande de réalisation d'une manipulation impossible, questionnement et constatation de l'impossible, puis formulation, élaboration et vérification du possible. Cette stratégie vise à la création d'un environnement pédagogique dans lequel les raisonnements de l'enfant sur un problème donné conduit à une contradiction entre prévisions et résultats de l'expérience réalisée.

Nous présentons ci-dessous un exemple caractéristique de la stratégie "décentration - coordinations des centrations". Nous avons donné aux enfants une lampe de poche et comme obstacle un bâton en bois ou en carton appuyé

verticalement sur une table horizontale et nous leur avons demandé de former l'ombre du bâton et d'expliquer le mécanisme de la formation de l'ombre (Figure 4).



**Figure 4**

Dans le cas où l'enfant n'y arrivait pas, c'était nous qui formions l'ombre et soulignions la formation. Puis nous demandions: « Est-ce que la lumière peut passer à travers le bois ? ». Cette question constitue une condition déstabilisatrice puisqu'elle conduit à une centration qui, associée à l'ombre visible, fournit les deux pôles de cause et de l'effet du phénomène. P. ex. :

**Expérimentateur (E).** Est-ce que tu peux former l'ombre du bâton?

**Enfant (A).** Oui.... Je pense..... J'allume la lampe.....et la voilà.

**E.** Comment cette ombre se forme-t-elle?

**A.** Par la lumière.

**E.** Mais comment?

**A.** La lumière fait l'ombre....elle semble au bâton...mais elle est plus grande...

**E.** Je voudrais que tu m'expliques de quelle façon exactement on peut former une ombre.

**A.** En utilisant ceci (lampe) ....et cela (bâton)...

**E.** Que fait la lampe?

**A.** Elle forme l'ombre.

**E.** De quel point de la lampe est formée l'ombre?

**A.** .....

**E.** De quel exactement point....

**A.** .....de la lumière qui en sort.

**E.** Qu'est-ce que elle fait exactement?

**A.** Elle fait l'ombre.

**E.** Mais comment?

**A.** ..... Je ne sais pas.....

**E.** Est-ce qu'elle peut passer à travers le bâton?

**A.** ..... À travers....non elle ne peut pas.....

**E.** Et alors qu'est-ce qui se passe?

**A.** .....Voilà..... j'ai compris monsieur. Vous ne m'avez rien dit ...mais je comprends. Je pense.....le bâton empêche la lumière....elle ne peut pas passer par là et il se forme l'ombre comme le bâton....

À cette situation, nous avons eu des problèmes avec quelques enfants. Pour eux un dialogue pendant lequel quelques points de vue sur le phénomène se confrontent, n'était pas toujours suffisant : l'expérimentateur s'est vu obligé d'intervenir et de marcher pas à pas avec l'enfant.

L'extrait suivant est caractéristique de la stratégie "prédiction - constat - interprétation". P. ex. (ici nous avons utilisé comme objet opaque une boîte):

**Expérimentatrice (E).** Si j'allume la lumière, est-ce qu'elle va passer par la boîte?

**Enfant C.** Oui.

**E.** Allumons-la. La lumière va de la lampe...à la boîte. Tu le vois?

**C.** Oui.

**E.** Ça éclaire la boîte. Est-ce que la lumière peut passer à travers la boîte?

**C.** Oui.

**E.** Où est la lumière? Montre-moi si elle est passée à travers la boîte et où elle est allée.

**C.** .....Là (il montre sur la boîte).

**E.** Tu me montres ce point-là. Mais si elle passait on la verrait de l'autre côté. Qu'est-ce qu'on a de l'autre côté?

**C.** Rien....on n'a pas (de lumière).

**E.** La lumière passe et qu'est-ce qu'elle rencontre?

**C.** La boîte.

**E.** Passe-t-elle à travers la boîte?

**C.** Non.

**E.** Non, elle ne passe pas. Et puisque la lumière ne passe pas de l'autre côté qu'est-ce que nous avons?

**C.** ....L'ombre.

Juste après, nous avons expliqué en détail, en discutant avec les enfants, que l'interposition d'un objet non-transparent à la trajectoire des rayons de la lumière empêche le passage de celle-ci et par conséquent le concept de l'ombre est formé "négativement" par l'empêchement de la lumière. Ces explications orientaient la pensée des enfants vers les centrations du modèle de l'optique géométrique, on a fait un effort de déstabiliser des centrations isolées aux ombres ou aux obstacles. Cette approche peut permettre aux enfants de se représenter l'ombre non pas comme un objet ayant une existence autonome, mais comme un objet dont l'existence dépend de l'absence ou de l'empêchement de la lumière qui la constitue.

#### 4. DISCUSSION

Pendant les années précédentes il y a une production riche des recherches effectuées dans le cadre présenté ici. Au-delà des exemples évoqués dans cette article sur les concepts de la lumière et de l'ombre, de nombreux auteurs ont montré avec ces résultats quantitatifs et qualitatifs de recherches sur la flottaison (Koliopoulos et al., 2004; Canedo-Imparra et al., 2010), le frottement (Ravanis et al., 2008), l'astronomie (Kampeza, 2006), l'ombre (Resta-Schweizer & Weil-Barais, 2007), l'énergie (Koliopoulos et al., 2011), la fabrication du beurre comme phénomène physico-chimique (Resta-Schweizer, 2010) et aussi d'autres travaux qui utilisent les mêmes axes de recherche mais sous autres formulations théoriques ayant comme sujets le vivant et le non vivant (Zogza & Papamichael, 2000), l'électricité (Solomonidou & Kakana, 2000), la mécanique (Hadzigeorgiou, 2002), les plantes (Christidou & Hatzinikita, 2006), les notions écologiques (Ergazaki & Andriotou, 2010), les germes (Ergazaki et al., 2010), les phénomènes optiques (Fleer, 1996; Gallegos Cázares et al., 2008), le magnétisme (Ravanis, 1994; Papadopoulou & Poimenidou, 2008; Christidou et al., 2009), montrent que la participation des enfants de 5 à 7 ans à certaines interactions sociales-didactiques particulièrement organisées autour le franchissement des obstacles de la pensée, peut conduire à la construction des modèles précurseurs. Ces recherches qui



touchent un ou plusieurs axes du cadre théoriques présenté ici, nous montrent que même à cet âge est possible la réalisation des progrès cognitifs au niveau du développement de la pensée physique.

Le déploiement des travaux des recherches quels que soient les traditions des équipes qui travaillent dans ce cadre, multiplie des questions que nous pouvons poser par rapport aux planifications méthodologiques, aux résultats recueillies et aux choix praxéologiques. Il y a quelques ans nous avons émis une série des questions (Ravanis, 2005) : « Peut-on généraliser l'idée de l'utilisation du modèle précurseur ? Quelles sont les différences entre le travail expérimental avec des petits groupes d'enfants, des enfants seuls, et des classes normales ? Une activité scolaire tutorielle ou médiatrice peut-elle toujours être efficace pour tous les enfants ? Quelles sont les variables qui peuvent influencer une telle efficacité ? ».

Maintenant étant donné qu'il y a une diffusion suffisante de cette problématique théorique, de nouvelles questions s'émergent qui demandent des réflexions et des élaborations nouvelles et surtout des réponses au niveau cognitif et/ou au niveau pédagogique et didactique :

- Quels sont les obstacles les plus fréquemment rencontrés et identifiés ? De quelle(s) nature(s) sont-ils ?
- Comment nous pouvons incorporer les résultats des recherches aux curriculums ou aux programmes scolaires ou bien les utilisées afin de construire des nouveaux programmes ?
- Quels types de formations pour les enseignants nous pouvons envisager les attribuer un rôle actif et conscient ?
- Est-ce qu'une approche comparative des travaux des recherches effectuées dans différents milieux éducatifs va faciliter la systématisation des représentations et des obstacles à une échelle qui dépasse les productions locales ?
- Quel est l'apport spécifique des technologies informatiques à l'initiation en sciences physiques et naturelles aux petits enfants et surtout à la construction des modèles précurseurs ?
- Quelle est l'influence et le rôle de l'éducation scientifique dans le développement intellectuel du jeune enfant ?

Un autre champ du questionnement qu'on peut toucher est celui de l'échec constaté dans divers recherches pour un certain nombre des petits enfants. Il s'agit d'une piste d'analyse très intéressante étant donné l'efficacité du spectre des stratégies entre les deux pôles tutelle-médiation qui construisent un continuum didactique et pédagogique. C'est l'approche qualitative des interactions qui va nous donner des réponses sur des questions relatives aux conditions dans lesquelles ces interactions tutorielles ou médiatrices elles n'arrivent pas à aider les petits enfants à construire les modèles précurseurs. En réalité ces analyses peuvent élucider la nature des difficultés des enfants comme l'hésitation à exprimer leurs idées, de prendre des initiatives de dépasser leurs représentations en évitant les conflits,

puisque elles nous offrent la possibilité de clarifier et/ou de maîtriser les obstacles surmontable ou insurmontables.

Si on fait l'hypothèse que la transformation des pratiques passe par l'objectivation des interactions éducatives par les enseignants, la recherche en didactique peut apporter des outils pour analyser les pratiques de classe et particulièrement celles concernant la construction des connaissances dans les interactions didactiques (Boilevin, 2010). C'est pour ça que les instituteurs/rices des petites enfants doivent se former (et s'informer) sur les concepts de base comme les représentations, les objectifs-obstacles et les modèles précurseurs. Cette formation va aider à la construction éventuelle des activités pédagogiques : c'est-à-dire de préciser les objectifs du programme par rapport au curriculum, de préparer les matériaux didactiques et les dispositifs nécessaires, d'identifier le progrès en termes cognitifs, d'analyser les séances des activités, en résultant l'évolution ou la stagnation éventuelle de la pensée des enfants et les acquisitions effectuées. Cette orientation du développement des activités destinées à la fin de l'école maternelle et à l'entrée de l'école primaire peut permettre aux enfants la formulation de questions intéressantes, la recherche et la découverte de certaines propriétés des objets et des phénomènes, la mise en relation d'activités personnelles ou collectives avec les effets produits et la résolution de problèmes posés par eux-mêmes ou co-construits avec l'enseignant.

Le cadre théorique présenté dans cet article nous offre la possibilité de réfléchir et de poser des questions d'une façon féconde dans des champs théoriques, méthodologiques et empiriques différents, mais sans doute est limité. Malgré l'interaction et l'articulation opérationnelle de ses concepts et de ses champs d'application pédagogique, nous ne pouvons pas oublier que son orientation est purement sociocognitive et se réfère surtout au développement des activités didactiques et à la limite à la construction d'un curriculum pour les sciences physiques et naturelles pour les enfants de 5 à 7 ans. Il y a sans doute d'autres disciplines comme l'épistémologie, la psychologie développemental et éducative, la sociologie de la connaissance, la pédagogie de la petite enfance, dont nous pouvons valoriser les apports en les comparant avec ceux de notre cadre théorique. Cette comparaison pourrait contribuer à la prise de conscience des complémentarités ou des incompatibilités éventuelles des approches et d'équilibrer le travail des enseignants dans la classe.

## 5. RÉFÉRENCES

- Boilevin, J. M. (2010). *Contribution à la réflexion sur la rénovation de l'enseignement des sciences physiques dans l'enseignement secondaire. Quelques apports de la didactique des sciences*. Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Marseille : Université de Provence.
- Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant: savoir faire, savoir dire*. Paris: PUF.
- Canedo-Ibarra, S.-P., Castelló-Escandell, J., García-Wehrle, P. & Morales-Blake, A.-R. (2010). Precursor models construction at preschool education: an approach to improve

- scientific education in the classroom. *Review of Science Mathematics and ICT Education*, 4(1), 41-76.
- Chappaz, G. (1996). Comprendre et construire la médiation. *Spirale*, 17, 7-22.
- Christidou, V. & Hatzinikita, V. (2006). Preschool children's explanations of plant growth and rain formation: A comparative analysis. *Research in Science Education*, 36, 187-210.
- Christidou, V., Kazela, K., Kakana, D. & Valakosta, M. (2009). Teaching magnetic attraction to preschool children: a comparison of different approaches. *International Journal of Learning*, 16, 115-128.
- Conezio, K. & French, L. (2002). Science in the preschool classroom: capitalizing on children's fascination with the everyday world to foster language and literacy development. *Young Children*, 57(5), 12-19.
- Crahay, M. & Delhaxhe, A. (1988) *Agir avec les aimants. Agir avec les ressorts*. Bruxelles: Labor.
- Doise, W. & Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris: Interéditions.
- Dumas Carré, A. & Weil-Barais, A. (Eds) (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne: Peter Lang.
- Dumas Carré, A. & Goffard, M. (1998). Objectivation des pratiques de tutelle d'un enseignant au cours de séances de résolution de problèmes en Physique. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (Eds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 145-155). Berne: Peter Lang.
- Dumas Carré, A., Weil-Barais, A., Ravanis, K. & Shourchah, F. (2003). Interactions maître-élèves en cours d'activités scientifiques à l'école maternelle: approche comparative. *Bulletin de Psychologie*, 56(4), 493-508.
- Dupin, J.-J. & Johsua, S. (1989). Analogies and "modeling analogies" in teaching. Some examples in basic electricity. *Science Education*, 73(2), 207-224.
- Ergazaki, M., Saltapida K. & Zogza, V. (2010). From young children's ideas about germs to ideas shaping a learning environment. *Research in Science Education*, 40(5), 699-715.
- Ergazaki, M. & Andriotou, E. (2010). From "forest fires" and "hunting" to disturbing "habitats" and "food chains": Do young children come up with any ecological interpretations of human interventions within a forest? *Research in Science Education*, 40(2), 187-201
- Fleer, M. (1996). Early learning about light: mapping preschool children's thinking about light before, during and after involvement in a two week teaching program, *International Journal of Science Education*, 18(7), 819-836.
- Fleer, M. (2009). Understanding the dialectical relations between everyday concepts and scientific concepts within play-based programs. *Research in Science Education*, 39(2), 281-306.
- Gallegos Cázares, L., Flores Camacho, F. & Calderon Canales, E. (2008). Aprendizaje de las ciencias en preescolar: la construcción de representaciones y explicaciones sobre la luz y las sombras. *Revista Iberoamericana de Educacion*, 47, 97-121.
- Genzling, J.-C. & Pierrard, M.-A. (1994). La modélisation, la description, la conceptualisation, l'explication et la prédiction. In J.-L. Martinand (Ed.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 47-78). Paris : INRP.
- Ginestíe, J. (2008). Gestepro: a scientific, technological, and vocational educational research laboratory. In J. Ginestíe (Ed.), *The cultural transmission of artefacts, skills and knowledge: Eleven studies in technology education* (pp. 3-6). Rotterdam: Sense Publishers.
- Hadzigeorgiou, Y., (2002). A study of the development of the concept of mechanical stability in preschool children. *Research in Science Education*, 32, 373-391.
- Hibon, M. (1996). *La Physique est un jeu d'enfant*. Paris: A. Colin.
- Inagaki, K. (1992). Piagetian and post-piagetian conceptions of development and their implications for Science Education in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 7, 115-133.
- Johsua, S. & J.-J. Dupin. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: PUF.
- Kamii, C. & De Vries, R. (1993). *Physical knowledge in preschool education: Implications of Piaget's theory*. New York: Teachers College Press.
- Kampeza, M. (2006). Preschool children's ideas about the Earth as a cosmic body and the day/night cycle. *Journal of Science Education*, 7(2), 119-122.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity. A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge: MIT Press.
- Koliopoulos, D., Tantaros, S., Papandreou, M. & Ravanis, K. (2004). Preschool children's ideas about floating: a qualitative approach. *Journal of Science Education*, 5(1), 21-24.
- Koliopoulos, D. & Argyropoulou, M. (2011). Constructing qualitative energy concepts in a formal educational context with 6-7 year old students. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 5(1), 63-80.
- Lemeignan, G. & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en Physique*. Paris: Hachette.
- Lenoir, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. In C. Raisky & M. Caillot (Eds), *Au delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs* (pp. 223-251). Bruxelles: De Boeck.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- Martinand, J.-L., Chomat, A., Drouin, A.-M., Genzling, J.-C., Larcher, C., Lemeignan, G., Méheut, M., Rumelhard, G. & Weil-Barais, A. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.
- Papadopoulou, M. & Poimenidou, M. (2008). The contribution of play in the emergence of hybrid genres in kindergarten. In N. Norgaard (Ed.), *Systemic functional linguistics in use. Odense Working Papers in Language and Communication*, 29, 621-632.

- Piaget, J. (1971). Causalité et opérations. In J. Piaget & Garcia (Eds), *Les explications causales* (pp. 11-140). Paris : PUF.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. Paris: PUF.
- Ravanis, K. (1994). The discovery of elementary magnetic properties in pre-school age. A qualitative and quantitative research within a piagetian framework. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2(2), 79-91.
- Ravanis, K. (1998). Procédures didactiques de déstabilisation des représentations spontanées des élèves de 5 et 10 ans. Le cas de la formation des ombres. In A. Dumas Carré & A. Weil-Barais (Eds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 105-121). Berne: Peter Lang.
- Ravanis, K. (1999). Représentations des élèves de l'école maternelle: le concept de lumière. *International Journal of Early Childhood*, 31(1), 48-53.
- Ravanis, K. (2000). La construction de la connaissance physique à l'âge préscolaire : recherches sur les interventions et les interactions didactiques. *Aster*, 31, 71-94.
- Ravanis, K. (2005). Les Sciences Physiques à l'école maternelle: éléments théoriques d'un cadre sociocognitif pour la construction des connaissances et/ou le développement des activités didactiques. *International Review of Education*, 51(2/3), 201-218.
- Ravanis, K. & Bagakis, G. (1998). Science Education in Kindergarten: sociocognitive perspective. *International Journal of Early Years Education*, 6(3), 315-327.
- Ravanis, K., Koliopoulos, D. & Boilevin, J.-M. (2008). Construction of a precursor model for the concept of rolling friction in the thought of preschool age children: a socio-cognitive teaching intervention. *Research in Science Education*, 38(4), 421-434.
- Resta-Schweizer, M. (2010). *Initiation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant*. Thèse de Doctorat, Angers: Université d'Angers.
- Resta-Schweizer, M. & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant, *Review of Science Mathematics and ICT Education*, 1(1), 63-82.
- Robbins, J. (2009). Analysing young children's thinking about natural phenomena: A sociocultural/cultural historical perspective. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 75-97.
- Solomonidou, C. & Kakana, D. M. (2000) Preschool children's conceptions about the electric current and the functioning of electric appliances. *European Early Childhood Education Research Journal*, 8(1), 95-111.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique de Mathématiques*, 10(2/3), 133-170.
- Vygotski, L. S. (1985). *Pensée et langage*. Paris: Éditions Sociales.
- Weil-Barais, A. (2005). Approches psycho-didactiques. In A. Weil-Barais & M. Goffard (Eds), *Enseigner et apprendre les sciences* (pp. 133-171). Paris: Armand Colin.
- Weil-Barais, A. & Lemeignan, G. (1994). Approche développementale de l'enseignement et de l'apprentissage de la modélisation. In J.-L. Martinand (Ed.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 85-113). Paris : INRP.
- Weil-Barais, A. & Dumas Carré, A. (1998). Les interactions : tutelle et/ou médiation ? In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (Eds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 1-15). Berne : Peter Lang.
- Winnykamen, F. (1998). Approche psychologique de la tutelle. In A. Dumas-Carré, & A. Weil-Barais (Eds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 29-58). Berne: Peter Lang.
- Zogza, V. & Papamichael, Y. (2000). The development of the concept of alive by preschoolers through a cognitive conflict teaching intervention. *European Journal of Psychology of Education*, 15(2), 191-205.
- Zogza, V., Ravanis, K., Bagakis, G. & Koliopoulos, D. (2001). Working with Sciences in Kindergarten: didactic strategies. In D. Psillos et al. (Eds), *Proceedings of the Third International ESERA Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*, II (pp. 709-711). Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki.

Konstantinos Ravanis es Licenciado en Ciencias Físicas y Ciencias de la Educación por la Universidad de Patras (Grecia). Postgraduado en Ciencias Educativas por la Universidad Paris VII-Denis Diderot. Es Doctor en Educación en Ciencias Físicas en el Departamento de Educación de la Universidad de Patras. Profesor Titular del Departamento de Ciencias Educativas y Educación Primaria de la Universidad de Patras, especializado en Didáctica de las Ciencias Físicas y Tecnologías de Información y Comunicación en Educación.