

Un modèle précurseur sur la lumière pour les élèves de 10 à 11 ans : cadres théoriques et méthodologiques

DANAI ARNANTONAKI

CREAD EA 3875
Université de Bretagne Occidentale
France
danaearnadonaki@gmail.com

ABSTRACT

This paper concerns a study about a precursor model on Light and Its Interactions with Transparent or Opaque Objects for 10- 11 year old students. The characteristics of this precursor model are transformed into goals from the activities of the concept of the precursor model. Conducting five sessions with 32 pupils of a terminal class of a public primary school in France, we have tried to (a) drive pupils' thought to the scientific model by using the precursor model and (b) observe if the pupils adopt the appropriate language for light's phenomenon .Finally a particular attention is given to the communication between the teacher and the kids for noticing if the teacher can adopt his teaching methods to the ones that we propose.

KEYWORDS

Precursor model, socio cognitive approach, primary education, light, shadow

RÉSUMÉ

Cet article porte sur une étude relative au modèle précurseur sur la lumière et aux interactions de la lumière avec les objets transparents ou opaques pour des élèves de 10 à 11 ans. Les caractéristiques du modèle précurseur sont transformées en objectifs des activités avec le concept d'objectif-obstacle. En menant cinq séances avec 32 élèves d'une classe de CM2 (Classe Moyenne Niveau 2) d'une école primaire publique en France, nous avons essayé (a) de mener la pensée des élèves de 10 à 11 ans au modèle scientifique en utilisant le modèle précurseur et (b) d'observer si les enfants adoptent le langage approprié aux phénomènes de la lumière. Finalement (c) une attention particulière est portée à la communication entre le maître et les enfants pour observer notamment si l'enseignant peut adopter à son enseignement l'ingénierie didactique que nous lui proposons.

MOTS-CLÉS

Modèle précurseur, approche sociocognitive, école primaire, lumière, ombre

INTRODUCTION

En faisant une rétrospective à partir du 20^{ème} siècle sur le champ de la recherche qui examine les représentations des enfants relatives à des thèmes et des phénomènes de l'environnement naturel, on peut identifier les approches théoriques que la plupart des chercheurs ont utilisé pour interpréter les opinions de ces enfants et s'apercevoir de l'ampleur de ces conceptions qui ont été réunies jusqu'à aujourd'hui au fil des années. Le courant du constructivisme, avec

comme représentant principal Piaget (1971, 1975, 1986), a constitué l'approche dominante qui a servi de cadre théorique dans l'interprétation de la pléthore des recherches qui ont essayé d'aborder la pensée de l'enfant, où l'accent est mis sur l'apprentissage en tant que processus personnel de construction mentale. Selon Fleer et Robbins (2003), la théorie du constructivisme a fourni ces vingt dernières années un « cadre méthodologique de référence » et a contribué au recueil de résultats systématiquement organisés par rapport au développement de la pensée en bas âge.

Eshach et Fried (2005) ont montré que les enfants acquièrent des connaissances sur les phénomènes et différentes notions à travers leurs expériences de la vie quotidienne. Ces idées sont personnelles et stables et elles peuvent souvent influencer l'apprentissage des sciences (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985; Papandreou & Terzi, 2011; Boilevin, 2013). Pour cette raison on remarque aujourd'hui que de nombreuses recherches portent sur les représentations spontanées des enfants. Selon plusieurs auteurs, ces dernières doivent être le point de départ afin de leur enseigner un certain phénomène des sciences (Dumas Carré, Weil-Barais, Ravanis & Shourchek, 2003; Siry & Kremer, 2011). De plus, la représentation mentale n'est pas seulement un sujet étudié par les didacticiens mais aussi par les épistémologues (Bachelard, 1938) et les psychologues (Vygotski, 1962; Wallon, 1968). Dans cette perspective, au fil des années, les recherches en didactique ont mis à jour plusieurs études par rapport à la pensée des enfants, laquelle est souvent incompatible avec la pensée scientifique. Weil-Barais et Lemeignan proposent l'idée des modèles précurseurs pour construire des interventions didactiques. « *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).

Le présent travail a pour objectif d'étudier les représentations des enfants de 10 à 11 ans concernant la lumière et les interactions de la lumière avec les objets transparents ou opaques afin de créer un modèle précurseur. Notre intervention didactique sera développée en utilisant ce dernier. Nous supposons que ce modèle précurseur nous aidera à faciliter le passage des représentations des enfants à la pensée scientifique.

CADRE THÉORIQUE

En nous penchant sur les études existantes relatives aux notions de lumière et d'ombres, nous nous sommes rendus compte qu'une variété d'approches sont utilisées pour décrire ces travaux (empirisme, approche piagétienne, approche sociocognitive). Ravanis, Koliopoulos et Boilevin (2008) ont montré dans leur article, qui concerne la construction d'un modèle précurseur sur le frottement de glissement, que c'est la stratégie sociocognitive qui a été la plus efficace pour cette construction. De la même façon Ravanis, Charalampopoulou, Boilevin et Bagakis (2005), qui ont comparé deux interventions et en même temps deux cadres théoriques, ont mentionné que « *les sujets qui ont participé à la procédure didactique sociocognitive allaient pouvoir différencier d'une façon significative leurs représentations et construire un modèle précurseur sur le problème de la formation des ombres, par rapport aux élèves qui ont suivi des activités traditionnelles construites selon un cadre empiriste* ». Notre étude va se situer dans le cadre de l'approche sociocognitive (Vygotski, 1962) laquelle souligne le rôle de l'interaction sociale en ce qui concerne les nouvelles opérations cognitives et les nouveaux apprentissages. D'ailleurs, Weil-Barais (1994, 2001) explique que le concept du modèle précurseur est accessible aux enfants à travers leurs enseignants et les tâches proposées pour l'intervention didactique et qu'il peut être considéré comme un ajustement de la zone proximale de développement introduite par Vygotski.

L'approche sociocognitive ne contient pas seulement tous les cas de communication et d'interaction entre les pairs ou l'enseignant mais elle prend aussi en compte l'environnement culturel de l'enfant afin de le conduire à la construction de ses propres outils cognitifs. En outre, Vygotski met l'accent sur le rôle du langage, qui selon lui, joue en même temps le rôle de communication avec les autres du côté de l'interaction sociale et le rôle de construction de la pensée. Boilevin (2005) souligne l'importance de la communication scolaire entre l'enseignant et les élèves en expliquant qu'elle est importante quelles que soient ses formes. Plus précisément, il accorde une « *importance primordiale aux interactions langagières entre l'enseignant et les élèves ou entre élèves dans l'étude des processus d'acquisition de connaissances* ».

Le concept d'objectif-obstacle

Ravanis (2010) explique que les représentations des enfants peuvent être un obstacle au processus de leur apprentissage. Selon lui, la transformation de ces représentations, indépendamment de l'âge des enfants, se heurte souvent à des difficultés. De son côté, Martinand (1986) introduit le concept de l'objectif-obstacle en faisant deux hypothèses. Premièrement, « *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* » et deuxièmement, qu'« *un obstacle décisif, dont l'aspect dominant se situe dans une des grandes catégories d'objectifs, attitudes méthodes, connaissances, langages, savoir-faire* ».

Le concept du modèle précurseur

Lemeignan et Weil-Barais (1994) précisent que la connaissance des activités cognitives qui sont liées à la construction et à l'usage des concepts et des modèles pourrait nous aider à comprendre la difficulté des enfants concernant l'acquisition des concepts et des modèles de physique. De plus, il faut pouvoir décrire la nature des changements qui surviennent dans la pensée. De cette façon, on pourra mieux planifier des environnements d'apprentissage pour les élèves. Le modèle précurseur est un modèle intermédiaire entre les représentations des enfants et le modèle scientifique. Il s'agit d'un modèle qui conserve certaines caractéristiques du modèle scientifique et qui fonctionne probablement comme « *véhicule* » dans la pensée de l'enfant afin de le conduire vers l'apprentissage d'un phénomène.

Sur la base de ce qui est mentionné précédemment, nous supposons que le concept de « *modèle précurseur* » qui est proposé par Lemeignan & Weil-Barais pourrait être efficace pour le progrès cognitif et l'évolution des représentations des enfants.

Questions de recherche

En se référant à l'introduction et au cadre théorique, l'intérêt est porté sur la manière dont nous pourrions « *aider* » les élèves à passer de leurs représentations à la pensée scientifique. Nous constatons que dans le cadre socioconstructiviste nous pouvons essayer le concept du modèle précurseur afin de faciliter ce passage. Nous avons choisi un phénomène de la physique, celui de la lumière et des interactions de la lumière, où nous repérons beaucoup de travaux antérieurs sur les représentations des enfants. De surcroît, comme Vygotski met l'accent sur le rôle du langage, qui selon lui, joue aussi le rôle de construction de la pensée, nous nous intéressons au langage utilisé par les élèves et l'enseignant afin de construire le modèle précurseur. Avec ce travail, nous souhaitons répondre aux questions suivantes :

- Un modèle précurseur sur la lumière et les interactions de la lumière avec les objets transparents ou opaques pourrait-il conduire la pensée des élèves de 10 à 11 ans vers le modèle scientifique sur ces notions ?

- Si on considère le langage comme une trace du modèle précurseur, les enfants adopteront-ils le langage approprié aux phénomènes de la lumière ?
- L'enseignant pourrait-il adopter à son enseignement l'ingénierie didactique que nous lui proposons ?

Synthèse des obstacles et conceptions

Pour la conception du modèle précurseur nous avons regroupé les obstacles repérés dans la bibliographie et en utilisant le concept d'objectif-obstacle (Martinand, 1986) nous les avons transformés en objectifs des activités que nous formulerons pour notre intervention. Cependant, dans notre intervention didactique, nous devons aussi introduire quelques objectifs stipulés dans le bulletin officiel car l'enseignant devait suivre le programme scolaire. Le bulletin officiel numéro 1 du 5 janvier 2012 présente les connaissances et compétences supposées acquises dans la classe antérieure par rapport aux « sciences expérimentales et la technologie ». L'horaire annualisé pour les sciences expérimentales et la technologie est de 78 heures et les thématiques proposées sont les suivantes : le ciel et la Terre, la matière, l'énergie, l'unité et la diversité du vivant, le fonctionnement du vivant, le fonctionnement du corps humain et la santé, les êtres vivants dans leur environnement, les objets techniques, l'environnement et le développement durable. Les notions des lumières et des ombres, qui seront approfondies dans notre recherche, apparaissent dans la rubrique « le ciel et la Terre ».

Dans le tableau suivant, nous avons essayé de regrouper les difficultés des enfants de l'école maternelle et de CM2 (Classe Moyenne Niveau 2). En France, l'enseignement primaire est découpé en trois cycles qui couvrent à la fois l'école maternelle et l'école élémentaire, ainsi nous avons choisi ces deux âges différents parce qu'il s'agit du début (cycle 1) et de la fin (cycle 3) de l'école primaire. Ce sont les premiers pas de l'enfant au sein de l'institution scolaire et la fin-passage au collège. Le tableau 1 ci-dessous propose une comparaison des difficultés rencontrées par des enfants de 5 à 6 ans et par des enfants de 10 à 11 ans comme elles sont identifiées dans la bibliographie (Osborne, Black, Meadows & Smith, 1993; Ravanis, 1998, 1999, 2012; Galili & Hazan, 2000; Resta-Schweizer & Weil-Barais, 2007; Gallegos Cázares, Flores Camacho & Calderón Canales, 2009; Ravanis, Ben Kilani, Boilevin & Koliopoulos, 2013).

TABLEAU 1

Difficultés rencontrées par des enfants de 5 à 6 ans et par des enfants de 10 à 11 ans

Difficultés des enfants de 5 à 6 ans	Difficultés des enfants de 10 à 11 ans
Ils ne peuvent pas considérer la lumière comme une entité distincte	Difficulté de compréhension de conception de la propagation rectiligne de la lumière
Ils considèrent la lumière comme étant la source lumineuse	Difficulté de construction mentale d'une conception de la lumière comme entité à cause de la centration sur les effets visibles produits et /ou les sources lumineuses
Ils considèrent la lumière comme étant les effets de la lumière	Ils n'associent pas l'ombre à l'empêchement de la propagation de la lumière
Difficulté par rapport à la reconnaissance du mécanisme de la formation de l'ombre	Difficulté à prévoir la formation des ombres aux tâches où la source lumineuse est présentée
Ils ne peuvent pas définir la place de l'ombre par rapport à la place de la source et de l'obstacle	Difficulté à reconnaître l'espace ombreux
Difficulté à identifier la correspondance entre le nombre de lampes et d'ombres	Difficulté à distinguer les objets et les ombres comme deux entités qui ont un statut différent

Ensuite, nous avons procédé à une réflexion sur les objectifs à fixer dans notre modèle en pensant aux difficultés des enfants mais aussi au programme officiel. Nous avons décidé de fixer deux objectifs par rapport à la lumière et deux objectifs par rapport aux ombres en considérant l'ombre comme interaction de la lumière avec les objets opaques ce qui explique que nous avons effectué quatre séances d'intervention didactique. Au terme de ces quatre séances, nous avons réalisé l'évaluation finale afin de tester l'efficacité du modèle précurseur en fonction des connaissances que les élèves avaient acquises.

Les objectifs de notre modèle étaient les suivants :

- considérer la lumière comme une entité autonome (absence de lumière – obscurité)
- comprendre la propagation rectiligne de la lumière
- prendre conscience de la manière dont on crée une ombre
- réaliser le « mécanisme » d'agrandir et de rétrécir une ombre

CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Notre analyse est centrée sur l'analyse de cinq séances d'une durée de deux heures chacune, deux sur la notion de la lumière, deux sur celle de l'ombre et une pour effectuer l'évaluation des connaissances des élèves. Notre étude est réalisée au sein d'une école primaire et plus précisément en classe de CM2 qui comprend trente-deux élèves pendant le cours de sciences. Avant le début de notre séquence d'enseignement, nous allons assister une fois au cours des sciences afin d'observer la façon dont l'enseignant dispense le cours.

Notre recherche sera analysée d'une manière qualitative car on interprètera les données qu'on recueillera sur films d'étude (Sensevy, 2011) des séances de cours et les traces écrites du cahier des sciences de chaque élève. Ces deux éléments seront analysés pour examiner les représentations des enfants. Ensuite, ces dernières seront comparées avec la dernière séance en ayant comme objectif d'examiner l'efficacité de l'intervention didactique de l'enseignant. La première série de données nous permettra de voir comment les enfants répondent et réagissent aux tâches, s'ils utilisent des gestes pour s'exprimer ou seulement le langage, s'ils sont influencés par leurs camarades quand ils expriment leur opinion, quel est le rôle de l'enseignant. Les deuxièmes types de données nous permettront de collecter les idées de chaque enfant individuellement, sans qu'il soit influencé par d'autres enfants.

Nous avons utilisé des activités individuelles et collectives. Les activités collectives sont essentielles pour notre proposition d'enseignement car cette dernière est encadrée par l'approche sociocognitive qui met l'accent aussi sur les interactions entre pairs (c'est-à-dire entre élèves). Enfin, la collecte des données sera réalisée à l'aide de matériel numérique c'est-à-dire grâce à une caméra sur pied avec microphone et une caméra à la main.

Séquence d'enseignement avec le modèle précurseur

L'ensemble de notre séquence est structuré avec une continuité précise et logique. Le modèle précurseur qui traverse toutes les tâches proposées est encadré par l'approche sociocognitive. On suppose que d'une part, ce genre d'activités proposées est intéressant pour les enfants et qu'elles les aident à travailler dans et avec leur équipe et, que de l'autre, ce modèle pourrait être efficace pour l'évolution des représentations des enfants par rapport à la lumière et aux interactions de celle-ci.

Le tableau 2 présente l'organisation générale de la séquence à travers la présentation du synopsis général.

TABLEAU 2*Organisation générale de la séquence*

SYNOPSIS GENERAL			
Séance	Objectif	Activité individuelle	Activité collective
Première séance	considérer la lumière comme une entité autonome	chaque enfant dessine le tableau (<i>image n° 1</i>) dans son cahier de sciences réponses aux questions dans le cahier des sciences (3 réponses)	Tous les élèves dans la cave de l'école
Deuxième séance	comprendre la propagation rectiligne de la lumière	Schémas dans les cahiers des sciences	Constructions avec des tubes-carton
Troisième séance	prendre conscience de la manière dont on crée une ombre	Compléter le dessin que l'enseignant a fait sur le tableau Écrire dans le cahier des sciences les éléments essentiels afin de créer une ombre	Formation d'une conclusion tous ensemble Regarder vidéo avec Peter Pan et répondre aux questions Formation des ombres avec les Playmobil
Quatrième séance	Réaliser le « mécanisme » d'agrandir et de rétrécir une ombre	Schémas où on augmente et on rétrécit une ombre (l'enseignant ajoute un troisième schéma)	Montage afin d'agrandir et rétrécir une ombre Former des paysages des ombres
Cinquième séance	Évaluation	Répondre aux 6 questions	

IMAGE

Le tableau de El Greco « L'enfant avec la bougie »

PREMIERS RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les enfants ont vécu une séquence de cinq séances visant à la construction du modèle précurseur sur la lumière et aux interactions de la lumière avec les objets transparents et opaques. Nous avons proposé à l'enseignant une ingénierie didactique précise avec certaines activités et des objectifs particuliers à chacune de ces séances. Les activités s'appuyaient sur des tâches individuelles et collectives et à la fin de la séquence une évaluation individuelle de tout le programme proposé aux séances précédentes a été mise en place. L'analyse approfondie des résultats fait l'objet d'un autre article, aussi nous présentons ci-dessous une image générale de ces derniers. Le modèle précurseur est structuré de telle façon que chaque séance est importante pour arriver au résultat final et d'un autre côté, l'évaluation nous permet de tester si le modèle précurseur a eu une influence positive sur l'apprentissage de la lumière et ses interactions sur les objets transparents ou opaques. Ainsi, comme Ravanis (2012) le cite, la reconnaissance de la lumière en tant qu'entité est un « préalable » à toute activité didactique liée à la lumière comme par exemple la formation des ombres. De cette manière, nous ne pourrions pas comprendre avec les réponses examinées les enfants qui étaient absents pendant la première séance (considérer la lumière comme entité autonome). La classe de CM2 comportait trente-deux (32) élèves mais seuls dix-sept (17) enfants étaient effectivement présents pendant les quatre séances et l'évaluation. Nous avons fait une analyse en termes de savoirs qui sont véhiculés du côté des enfants et du côté de l'enseignant. En général, à la fin de chaque séance, nous pouvons préciser que les élèves étaient probablement plutôt « proches » du modèle précurseur car le nombre de ceux qui semblaient être plus « éloigné » du savoir scientifique était faible. Plus particulièrement, à la fin de la première séance, nous ne pouvons pas nous assurer que les enfants aient surmonté l'obstacle selon lequel ils considéraient la lumière indépendante des sources qui la produisent car ils associent l'obscurité à la source lumineuse. En ce qui concerne la deuxième séance, après avoir étudié les dix-sept schémas avec leurs explications, nous avons constaté que la plupart des élèves utilisent le vocabulaire approprié avec le schéma qui correspond à chaque cas. Les résultats de la troisième séance, quant à eux, nous indiquent que les enfants ont travaillé sans difficultés particulières sur leurs dispositifs afin de créer des ombres et ils ont bien expliqué leurs montages à l'enseignant. Il est à noter qu'étant donné que les enfants ont pu progresser facilement par rapport à l'objectif de cette séance, l'enseignant avait achevé une activité de la séance suivante. Ensuite pendant la quatrième séance, les enfants semblent avoir facilement compris le rapport entre la distance de la lampe torche et la taille de l'ombre, voire même, ils ont continué en ajoutant plusieurs lampes torches pour observer le résultat au niveau des ombres.

De surcroît, toutes les questions posées pendant l'évaluation finale étaient connues des enfants car il s'agissait d'activités qu'ils avaient faites en classe pendant les autres séances. L'évaluation était individuelle afin d'observer leur évolution en tant qu'individu plutôt qu'en tant que groupe. Ainsi, nous constatons qu'il y a une évolution également en ce qui concerne les résultats de l'évaluation à cette cinquième séance car les élèves qui approchent le savoir scientifique sont plus encore nombreux. De plus, les élèves ont utilisé le vocabulaire approprié afin d'explicitier leurs réponses. Le point où ils semblent rencontrer la plus grande difficulté est là où il fallait bien définir le rapport entre l'objet opaque et la source lumineuse dont dépend la taille de l'ombre. Les questions où presque tous les enfants ont donné des bonnes réponses concernent plutôt la lumière comme entité autonome et la propagation rectiligne de la lumière.

L'enseignant, quant à lui, utilise sa façon d'agir en ce qui concerne le côté langage qui est compatible avec le modèle précurseur. Il y a des points pendant l'enseignement, comme à titre d'exemple lors de la deuxième séance, où l'enseignant met l'accent sur les mots que les

enfants doivent intégrer dans leurs réponses en leur demandant quels sont ces mots. D'un autre côté, il leur demande de chercher à la maison des mots dans le dictionnaire, comme il le fait par exemple pendant la troisième séance, pour les mots transparent et opaque. Mais lui-même n'impose pas le vocabulaire. Ce sont les enfants qui doivent faire un travail systématique d'acquisition de ce vocabulaire. De plus, nous employons le mot « acquérir » car durant l'évaluation, nous voyons qu'ils utilisent seuls ce vocabulaire, lequel constitue une trace du modèle précurseur et nous indique qu'ils l'ont probablement construit.

En revanche, nous ne pouvons pas affirmer que la progression des enfants est due seulement au modèle précurseur que nous avons proposé dans notre ingénierie didactique, car l'enseignant a ajouté lui-même certaines activités qui peuvent avoir joué un rôle important dans la pensée des enfants. En fait, nous avons proposé un type de contrat didactique avec une structure précise mais l'enseignant semble continuer à utiliser le sien. L'enseignant a notamment employé certaines méthodes au cours des séances, lesquelles il semble utiliser aussi en général dans sa pratique de l'enseignement ordinaire.

De plus, pendant la quatrième séance, l'enseignant demande à un certain moment aux élèves, où ils pensent qu'il pourrait les évaluer. Il s'agit encore d'une pratique particulière car il nous a expliqué à la fin qu'il « construit » toujours les évaluations avec les enfants en leur demandant à l'avance quels sont les thématiques qu'ils considèrent comme les plus importantes pour les intégrer à l'évaluation. Il est probable qu'il suit cette pratique pour faire réaliser aux enfants quelles sont les idées principales du cours.

Cela nous montre que l'enseignant a probablement une difficulté à dévier de ses pratiques d'enseignement, « d'abandonner » son contrat didactique pour en utiliser un d'un autre type. Il s'agit d'une situation tout à fait logique car l'enseignant a déjà de l'expérience dans l'enseignement, sa culture didactique, sa propre façon « de faire » le cours, des connaissances professionnelles et un autre cadre de références que le nôtre. C'est pour cette raison qu'il nous semblerait plus adéquat de parvenir à une ingénierie collaborative pour réaliser ce type de recherche.

RÉFÉRENCES

- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
- Boilevin, J.-M. (2005). Apprentissage de règles de schématisation en électricité au collège. In A. Weil-Barais, E. Marti, & K. Ravanis (éds), *Actes du colloque «Noter pour penser: approches développementales et didactiques»*, Angers, 27-28 Janvier 2005. Retrieved from <http://ead.univ-angers.fr/~confluences>, Angers: Université d'Angers.
- Boilevin, J.-M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants*. Bruxelles: De Boeck.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Philadelphia: Open University Press.
- Dumas Carré, A., Weil-Barais, A., Ravanis, K., & Shourcheh, F. (2003). Interactions maître-élèves en cours d'activités scientifiques à l'école maternelle : approche comparative. *Bulletin de Psychologie*, 56(4), 493-508.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- Fleer, M., & Robbins, J. (2003). "Hit and Run Research" with "Hit and Miss Results in Early Childhood Science Education. *Research in Science Education*, 33, 405- 431.

- Gallegos Cázares, L., Flores Camacho, F., & Calderón Canales, E. (2009). Preschool science learning: The construction of representations and explanations about color, shadows, light and images. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 49-73.
- Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88.
- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique: l'enseignement de la mécanique*. Paris: Hachette.
- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1994). A developmental approach to cognitive change in mechanics. *International Journal of Science Education*, 16(1), 99-120.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
- Osborne, J., Black, P., Meadows, J., & Smith, M. (1993). Young children's ideas about light and their development. *International Journal of Science Education*, 15(1), 83-93.
- Papandreou, M., & Terzi, M. (2011). Exploring children's ideas about natural phenomena in kindergarten classes: designing and evaluating "eliciting activities". *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 5(2), 27-47.
- Piaget, J. (1971). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris: PUF.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. Paris: PUF.
- Piaget, J. (1986). Essay on necessity. *Human Development*, 29(6), 301-314.
- 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 (éds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 105-121). Berne: P. 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. (2010). 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. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 1-11.
- Ravanis, K. (2012). Représentations des enfants de 10 ans sur le concept de lumière: perspectives piagétienne. *Schème-Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, 4(1), 70-84.
- Ravanis, K., Charalampopoulou, C., Boilevin, J.-M., & Bagakis, G. (2005). La construction de la formation des ombres chez la pensée des enfants de 5-6 ans: procédures didactiques sociocognitives. *Revue de Recherches en Éducation: Spirale*, 36, 87-98.
- 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.
- Ravanis, K., Ben Kilani, C., Boilevin, J.-M., & Koliopoulos, D. (2013). Représentations et obstacles des élèves de 10 ans pour la formation des ombres. *Journal of Didactics*, 4(1), 1-14.
- 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.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles: De Boeck.
- Siry, C., & Kremer, I. (2011). Children explain the rainbow: Using young children's ideas to guide Science curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 643-655.
- Vygotski, L. S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge Ma: MIT Press.
- Wallon, H. (1968). *L'évolution psychologique de l'enfant*. Paris: A. Colin.

Weil-Barais, A. (1994). Heuristic value of the notion of zone of proximal development in the study of child and adolescent construction of concepts in physics. *European Journal of Psychology of Education*, 9(4), 367-383.

Weil-Barais, A. (2001). Constructivist approaches and the teaching of science. *Prospects*, 31(2), 187–196.

Textes d'origine institutionnelle

Bulletin Officiel n° 1 du 5 janvier 2012