

Représentations des enfants de 10 ans sur le concept de lumière: perspectives piagésiennes

Konstantinos RAVANIS¹

Résumé

Les enfants construisent de représentations des concepts et des phénomènes physiques et ces représentations jouent un rôle décisif à l'enseignement. Pour le physicien, la lumière est une entité distincte dans l'espace, indépendante des sources qui la produisent et des effets qu'elle provoque pendant sa propagation. Dans plusieurs recherches centrées sur les représentations de la lumière que se font les enfants de 5 à 15 ans on trouve que ces représentations sont souvent incompatibles au modèle scientifique. Cent trente-deux enfants (66 filles et 66 garçons) ont participé à cette recherche où on étudie les représentations des enfants de dix ans sur la lumière dans une perspective piagésienne. Comme technique de la recherche on a choisi l'entretien individuel directif. Les résultats de la recherche montrent que les enfants des dix ans, utilisent différentes catégories des représentations pour la lumière, dominées pour la majorité par la pensée préopératoire dans une perspective piagésienne.

Mots-clés: représentations, concept de lumière, théorie piagésienne, transitivité opératoire

Representations of children aged 10 years on the concept of light: Piagetian perspectives

Abstract

The child has representations about physical concepts and phenomena and these representations play role in the learning experience. For the physicist, light is an entity that propagates in space from a source that interacts with objects it encounters in its path and then produces various perceptible effects. Data of relevant researches show that 5-15 years old children have incompatible representations with the scientific once. In this research we study the representations of ten years old children about the concept of light. One hundred thirty two primary school children (66 female and 66 male) participated in this study. Directive individual interview was the technique we used in our research. Results show that ten years old children used different categories of light representations, dominated for the majority of preoperational thought in a piagetian perspective.

Key-words: representations, concept of light, piagetian theory, operational transitivity

¹ Professor of Department of Educational Sciences and Early Childhood Education, University of Patras-Greece. E-mail: ravanis@upatras.gr

Problématique Théorique

La question de la pensée représentative de l'enfant est déjà posée et étudiée, tant du point de vue de l'Épistémologie et de la Psychologie (Bachelard, 1980; Piaget, 1976; Vygotsky, 1962; Wallon, 1968) que du point de vue de la Didactique des Sciences Physiques (Weil-Barais, 1985; Eichler, 2009). Mais dans le cadre de la Didactique des Sciences Physiques, le problème des représentations occupe aussi une place primordiale (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994; Boilevin, 2010). Ainsi dans la mesure où les représentations à travers lesquelles l'élève interprète les phénomènes physiques se trouvent en contradiction avec les modèles scientifiques, les recherches en Didactique des Sciences Physiques visent la construction des interventions pédagogiques susceptibles de favoriser le passage de la représentation quotidienne et spontanée du phénomène à un modèle compatible avec le concept scientifique.

Cependant, il est aujourd'hui admis que ces connaissances primitives du sujet s'avèrent très résistantes à l'enseignement scientifique tel qu'il se pratique à l'école. Ainsi, la construction des concepts scientifiques n'est pas un processus qui peut intervenir à l'écoute d'un exposé ou à la lecture de manuels. Il semble donc important de disposer de descriptions des changements possibles au niveau de la pensée en référence aux conditions d'apprentissage proposées aux élèves, ainsi que d'études qui permettraient d'apprécier l'origine des difficultés qu'ils rencontrent (Weil-Barais & Lemeignan, 1990).

Les séquences d'enseignement elles-mêmes, tout comme les obstacles cognitifs (Martinand, 1986) peuvent en effet, être productrices de difficultés. Si, donc, il semble aujourd'hui admis que le sujet ne comprend une idée que s'il est familiarisé avec elle, il reste à la recherche en didactique de décrire ces processus de familiarisation et de concrétisation des notions

abstraites. En ce qui concerne le domaine de la Physique, la plupart des chercheurs insistent à la fois sur le rôle de la démarche d'observation lors de l'apprentissage et sur l'élaboration de guidages pertinents, susceptibles de permettre aux élèves de faire des inférences à partir de nouvelles propositions. Dans une approche psycho-didactique en effet, la reconstruction de représentations primitives de l'élève ne peut se produire de façon spontanée. Leur déstabilisation nécessite la médiation didactique mise en œuvre dans l'apprentissage et l'enseignement de contenus spécifiques de connaissances (Dumas Carré & Weil-Barais, 1998). Cependant, si un concept nouveau répond à des situations nouvelles auxquelles le sujet se trouve confronté, "*ce constructivisme doit tenir compte des conditions d'interaction sociale dans lesquelles se fait le travail de l'enfant et notamment de l'interaction de tutelle, du conflit avec l'autre, de la communication langagière*" (Vergnaud, 1989, p. 453).

Comme il a été souvent démontré par des recherches centrées sur les représentations de la lumière et des effets qui lui sont associés par les enfants de 5 à 15 ans, parmi d'une série de difficultés sur la propagation et l'interaction de cette entité physique avec les objets différents, l'obstacle principal concerne la reconnaissance de la lumière comme étant une *entité distincte et autonome*, indépendante des sources qui la produisent et des effets qu'elle provoque, existant dans une certaine région de l'espace. Selon les auteurs qui ont étudié ce sujet, cette difficulté découle de la tendance des sujets à associer la lumière exclusivement à sa source ou aux effets visibles qu'elle provoque (Tiberghien, Delacote, Ghiglione & Matalon, 1980; Stead & Osborne, 1980; Andersson & Kärrqvist, 1983; Guesne, 1984, 1985; Esgalhado & Rebordao, 1987; Osborne, Black, Meadows & Smith, 1993; Fler, 1996; Langley, Ronen & Eylon, 1997; Kok-Aun & Hong-Kwen, 1999; Ravanis, 1999, 2008; Galili & Hazan, 2000; Mendoza Pérez & López-Tosado, 2000; Dedes, 2005; Gallegos Cázares, Flores Camacho & Calderon Canales, 2008).

Mais comment peut s'expliquer cet obstacle? Dans la perspective piagétienne, cette forme d'explication centrée sur les impressions immédiates caractérise le mode de fonctionnement de la pensée préopératoire: 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). En réalité, Piaget (1971) a expliqué que la pensée transitive (si $A \rightarrow B$ et $B \rightarrow C$, alors $A \rightarrow C$), bien que logico-mathématique dans sa nature, peut néanmoins être élargi afin de s'appliquer aux entités physiques existantes dans l'espace comme une transition naturelle indirecte (p. ex. l'énergie, la chaleur, les ondes ou la lumière). Ainsi, un enfant au stade de la pensée préopératoire, ignore le champ de propagation de la lumière (CPL) pour se centrer exclusivement, tantôt sur les sources lumineuses (SL), tantôt sur les surfaces visiblement éclairées (SVE), en réalisant un raisonnement d'une transition directe: $SL \rightarrow SVE$. En revanche, une forme particulière de la transitivité logico-mathématique caractérise la pensée opératoire et conduit vers un raisonnement qui reconnaît la propagation de la lumière dans l'espace: $SL \rightarrow CPL$ et $CPL \rightarrow SVE$, alors $SL \rightarrow SVE$.

La recherche qu'on présente dans cet article porte sur l'étude et la catégorisation des représentations des enfants de 10 ans sur le concept de lumière dans le cadre des perspectives piagésiennes. À partir des résultats obtenus nous tentons d'élaborer et de schématiser les axes principaux d'un modèle d'intervention didactique ayant pour objectif le dépassement des obstacles cognitifs créés par les propres représentations des élèves (Ravanis, 2005).

Méthode

Sujets

132 sujets (66 garçons, 66 filles de 9.5 - 10.5 ans, moyenne d'âge: 9.94) ont participé à cette recherche. La population provient de 11 classes d'écoles primaires situées au centre de Patras (ville de la Grèce). Les sujets de notre échantillon, n'ont pas reçu auparavant d'intervention didactique organisée dans l'école sur le concept de la lumière ou sur d'autres phénomènes de l'Optique. Leurs performances scolaires étaient moyennes selon l'estimation de l'enseignant et leurs parents avaient tous les deux un ensemble de 12 à 24 ans de scolarité sans études universitaires. Il s'agit d'enfants dont les parents ont complété les études élémentaires sans cependant disposer de connaissances spéciales sur les Sciences Physiques puisqu'ils n'ont pas fait des études spécialisées.

Procédure

Le repérage des représentations des enfants a été réalisé au moyen d'entretiens individuels directifs, dérivés dans une certaine mesure des techniques piagésiennes. Chaque entretien a duré environ 15 minutes.

Cinq situations ont été proposées aux enfants. Les questions posées concernent la reconnaissance de la lumière comme entité distincte dans l'espace. L'entretien a eu lieu dans une salle éclairée par la lumière du soleil et de lampes et spécialement aménagée à cet effet à l'intérieur des écoles. Ensuite, nous allons présenter les tâches, les dispositifs et quelques extraits caractéristiques de réponses des enfants. Nous présentons aussi les fréquences des réponses des sujets et nous proposons une catégorisation des représentations des enfants.

Taches proposées et résultats

Afin d'obtenir différents types de renseignements sur les représentations des enfants ont été utilisées différents types de tâches :

- a) Des "tâches-questions ouvertes" (1 et 2) qui nous permettent de cerner les aspects auxquels les enfants peuvent faire appel verbalement lorsqu'on les interroge à propos de la lumière.
- b) Des "tâches-situations expérimentales" (3, 4 et 5) proposées sous forme de problèmes ouverts et qui apportent des informations non strictement liées à l'expression verbale des enfants.

Tâche 1. À chaque enfant, nous posons la question : "Qu'est-ce que la lumière pour toi?". Par cette question nous cherchons à savoir si les enfants distinguent spontanément la lumière comme entité distincte des sources lumineuses et des effets visibles. À cette première question nous avons obtenu des réponses que nous avons classées en trois catégories :

- a) Réponses opératoires qui reconnaissent l'existence de la lumière comme entité dans l'espace. Par exemple, "La lumière est un faisceau.... on peut la voir.... mais la nuit", ".....c'est..... les rayons qui partent du soleil pour la terre....", "La lumière.... est quelque chose.... comme le rayon qui passe par la fenêtre".
- b) Réponses préopératoires. Il s'agit des réponses (b1) centrées sur les effets visibles produits par la lumière (par exemple, "..... sur le mur et au plancher il y a de la lumière... c'est du soleil qui arrive", "La lumière éclaire les choses") et (b2) réponses centrées sur les sources lumineuses (p. ex. "Cette lampe là..... qui nous éclaire" "C'est le soleil et les étoiles...", "...le soleil, les lampes.... les bougies etc").

- c) Pas de réponse ou de réponses dans lesquelles la formulation des représentations n'est pas claire.

Dans le tableau 1 sont présentées les répartitions des réponses des sujets aux deux tâches-questions ouvertes proposées.

		Tâche 1		Tâche 2	
		f	%	f	%
Réponses opératoires		12	9.1	9	6.8
Réponses préopératoires	effets	61	46.2	63	47.8
	sources	35	26.5	58	43.9
Pas de réponse		24	18.2	2	1,5

Tableau 1: Fréquences des réponses des sujets aux deux tâches-questions ouvertes

Tâche 2. À chaque enfant, nous posons la question : "Que fait la lumière?". Par cette question nous voulons savoir si les enfants se centrent sur les sources lumineuses, leurs caractéristiques de fonctionnement et quelques phénomènes directement sensibles comme le chauffage et l'éclairage ou s'ils reconnaissent d'autres phénomènes plus généraux comme la vie, le développement des plantes etc. Les réponses obtenues à cette question ont été classées en trois catégories :

- a) Réponses opératoires qui reconnaissent d'effets plus générales provoqués par la lumière comme entité. Par exemple, "... la lumière est partout dans l'espace et elle offre aux vivants et aux plantes de l'énergie", "... elle fait le jour et nous donne la vie".
- b) Réponses préopératoires. Ces réponses sont centrées (b1) sur les effets sensibles produits par la lumière (p. ex., "Elle éclaire les objets... par exemple.... la fenêtre, la table.....", "La lumière nous éclaire") ou (b2) sur la présence et la fonction des sources lumineuses (p. ex. "... les lampes

nous éclairent et nous chauffent... en fait nous sont très utiles", "La lumière reste dans le soleil et les lampes et nous éclaire").

- c) Pas de réponse ou de réponses dans lesquelles la formulation des représentations n'est pas claire.

Tâche 3. Nous demandons aux enfants de nous montrer quelques endroits de la pièce "où il y a de la lumière". Quand les enfants nous montrent exclusivement les sources lumineuses en fonctionnement et/ou les surfaces éclairées ou fortement éclairées nous leur demandons de montrer d'autres endroits pour vérifier s'ils peuvent évoquer la lumière dans l'espace. Les réponses des enfants ont été catégorisées de la manière suivante :

- a) Réponses opératoires où on constate la reconnaissance de la lumière comme entité autonome dans l'espace ou au surfaces éclairés. Par exemple, "La lumière est partout dans la chambre.... Partout dans l'air", "Elle est partout... sur les choses.... partout dans la classe (Expérimentateur : Mais où ?) Sous la table, ici au milieu, sur les murs..... partout".
- b) Réponses préopératoires centrées sur les surfaces fortement éclairées et/ou les sources lumineuses. P.ex. "On peut la voir : sur le mur, sur la table... c'est visible", "Je vois la lumière sur les chaises, sur la table (Expérimentateur : Là, au plafond ?).... Non au plafond il n'y a pas", "La lumière est dans toutes les sources lumineuses", ".....on allume cette lampe ... et on peut voir de la lumière.....".
- c) Pas de réponse ou de réponses dans lesquelles la formulation des représentations n'est pas claire.

Dans le tableau 2 sont présentées les répartitions des réponses des sujets aux trois tâches-situations expérimentales proposées.

	Tâche 3		Tâche 4		Tâche 5	
	f	%	f	%	f	%
Réponses opératoires	20	15.2	64	48.5	41	31.1
Réponses préopératoires	111	84.1	68	51.5	91	68.9
Pas de réponse	1	0.7				

Tableau 2: Fréquences des réponses des sujets aux trois tâches- expérimentales

Tâche 4. En allumant une lampe de poche nous produisons sur le mur une tache lumineuse et nous interrogeons chaque enfant : "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 situation donne l'opportunité aux enfants de reconnaître la lumière en dehors des sources, sur une tache lumineuse ou dans l'espace, dans le cadre d'une situation familière. Les réponses obtenues ont été classées en deux catégories :

- a) Réponses opératoires où on constate la reconnaissance de la lumière dans l'espace. P.ex. "Il y a dans la lampe, sur le mur et aussi dans l'air entre la lampe et le mur..... on ne peut pas la voir mais ça existe".
- b) Réponses préopératoires centrées sur la tache lumineuse sur le mur et/ou sur les sources lumineuses. P.ex. "Le point rond sur le mur.... est de la lumière.... est éclairé par la lampe", "... sur le mur", "La lumière est dans la lampe de poche etsur le mur".

Tâche 5. 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 (carton A) de l'autre (carton B). Le premier de ces cartons comporte un orifice à une hauteur de 17cm de son point d'appui. À une

distance de 8cm, en face de l'orifice, nous plaçons une source lumineuse (lampe L, 4.8V, 2.4W, voir figure).

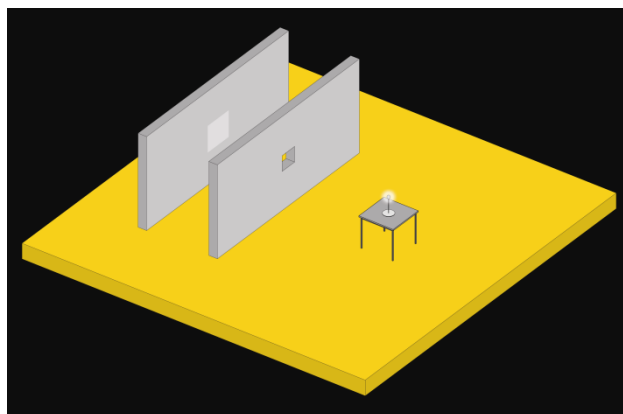


Figure : Dispositif de la tâche 5

Nous allumons la lampe et nous demandons aux enfants si dans l'espace entre les deux cartons verticaux 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. Les réponses des enfants ont été classées en deux catégories :

- a) Réponses opératoires. La lumière est reconnue dans l'espace le premier carton avant et aussi entre les deux cartons. Par exemple, "... la lumière passe par le trou ... elle passe et elle arrive au carton. Elle est dans cet espace... c'est sûr ", "... On ne peut la voir mais ça existe entre les cartons".
- b) Réponses préopératoire. La lumière n'est pas reconnue dans l'espace. P.ex., "La lumière.... est sur le carton", "La lampe éclaire le carton. (Expérimentateur : Et entre les deux cartons ?). Non... entre les deux cartons il n'y a pas de la lumière".

Discussion

Le travail de recherche qu'on a présente dans cet article, part d'une approche piagétienne qui conduit de rendre compte de l'organisation des connaissances et des représentations du sujet. À partir d'une analyse des réponses à cinq tâches on a pu constater les difficultés des enfants de dix ans et on a formulé des catégories de représentations des sujets sur le concept de la lumière en termes piagédiens. Les résultats obtenus aux deux premières tâches-questions ouvertes indiquent que majoritairement les enfants font appelle à une représentation préopératoire, centrée sur les aspects perceptifs, face à la reconnaissance de la lumière. La centration sur les effets visibles produits et/ou sur les sources lumineuses constitue une entrave à la construction mentale d'une conception de la lumière comme entité dans l'espace entre une source et une surface réfléchissante.

Les résultats obtenus aux trois tâches-situations expérimentales présentent certaines différences par rapport aux résultats obtenus aux deux premières tâches-questions ouvertes. La lumière ne reste pas, pour un certain nombre d'enfants, strictement liée aux sources de la lumière et/ou aux taches lumineuses intenses mais est reconnue dans l'espace entre les sources et les surfaces de projection (15% au tâche 3, 48% au tâche 2, 31% au tâche 3). Pour cette différence nous pouvons éventuellement évoquer la nature des tâches proposés. En réalité, dans le cas de trois tâches-situations expérimentales le questionnement est concret et strictement lié avec quelques objets réels, dispositifs tout à fait compatibles à la pensée des enfants qui passent du niveau préopératoire au niveau opératoire.

Du point de vue pédagogique et didactique ces résultats nous conduisent à considérer que l'obstacle essentiel à l'âge de 10 ans, n'est pas simplement celui de reconnaître l'existence de la lumière dans l'espace ou la difficulté de considérer que la lumière et les sources lumineuses sont des entités

n'ayant pas le même statut, comme aux enfants plus petits (Ravanis, 1999, 2008). Ici l'enjeu principal pour les enfants qui arrivent à comprendre l'existence de la lumière dans l'espace c'est la stabilité de cette conception dans l'ensemble des tâches proposées. Simultanément nous ne pouvons pas ignorer qu'à l'ensemble des tâches proposées la majorité des enfants ne peut pas effectuer une décentration des sources et des taches lumineuses.

L'ensemble de ces difficultés a des incidences au plan didactique, étant donné qu'évidemment le changement de conceptions primitives de l'élève ne peut se produire de façon spontanée. Néanmoins la connaissance claire des différents types des représentations permet la construction des procédures didactiques susceptibles de favoriser le passage aux nouvelles représentations opératoires, compatibles au modèle scientifique de l'Optique Géométrique (Ravanis, Papamichaël & Koulaidis, 2002).

En réalité, si la lumière est attachée strictement aux sources, aux effets visibles ou à une reconnaissance limitée dans l'espace, il est impossible de comprendre n'importe quel problème se rapportant à des phénomènes impliquant la propagation rectiligne de la lumière dans toutes les directions comme, par exemple, la formation des ombres, les phénomènes de diffusion, la formation des images par les miroirs ou les lentilles (Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007; Dedes & Ravanis, 2009). Par conséquent, une reconnaissance générale et stable de la lumière comme une entité distincte de la source est un préalable à toute activité didactique relative à l'enseignement sur le concept de la lumière.

La recherche présentée dans cet article a été effectuée dans le cadre de la mise au point d'une formulation des axes principaux d'un modèle didactique pour la construction cognitive du concept de lumière. Nous espérons avoir donné quelques indications qu'une planification d'activités sur

la lumière pour les enfants d'âge de dix ans, devrait surtout avoir comme objectif le franchissement des difficultés trouvées. Notre recherche se dirige actuellement d'une part vers l'étude de l'évolution des représentations spontanées des enfants de 5 à 13 ans et d'autre part vers la construction et d'application des procédures didactiques pour une première initiation des élèves de la maternelle et du primaire aux phénomènes simples de l'Optique Géométrique.

Références

ANDERSSON, B. & KARRQVIST, C. How Swedish pupils aged 12 - 15 years understand light and its properties. *European Journal of Science Education*. v. 5, n. 4, p. 387-402, 1983.

BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin, 1980.

BOILEVIN, J.-M. *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, 2010.

DEDES, C. The mechanism of vision: Conceptual similarities between historical models and children's representations. *Science & Education*. v. 14, n. 7/8, p. 699-712, 2005.

DEDES, C. & RAVANIS, K. Teaching image formation by extended light sources: The use of a model derived from the history of science. *Research in Science Education*. v. 39, n. 1, p. 57-73, 2009.

DRIVER, R. SQUIRES, A. RUSHWORTH, P. & WOOD-ROBINSON, V. *Making sense of secondary science research into children's ideas*. London & New York: Routledge, 1994.

DUMAS CARRÉ, A. & WEIL-BARAIS, A. (Eds). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne: Peter Lang, 1998.

EICHLER, M.-L. Acerca da recepção diacrônica da obra de Jean Piaget entre educadores em ciências. *Schème - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, v. 4, n. 2, p. 65-95, 2009.

ESGALHADO, A. & REBORDAO, J. À propos de modèles spontanées de phénomènes liés à la lumière. In : GIORDAN, A. & MARTINAND, J.-L. (Eds). *Actes des IXèmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique*. Chamonix, p. 303-308, 1987.

- FLEER, M. 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**. v. 18, n. 7, p. 819-836, 1996.
- GALILI, I. & HAZAN, A. Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. **International Journal of Science Education**. v. 22, n. 1, p. 57-88, 2000.
- GALLEGOS CÁZARES, L. FLORES CAMACHO, F. & CALDERON CANALES, E. Aprendizaje de las ciencias en preescolar: la construcción de representaciones y explicaciones sobre la luz y las sombras. **Revista Iberoamericana de Educacion**. n. 47, p. 97-121, 2008.
- GUESNE, E. Children's ideas about light. In: WENHAM, E. J. (Ed.). **New Trends in Physics Teaching**. Paris: UNESCO, v. IV, p. 179-192, 1984.
- GUESNE, E. Light. In: DRIVER, R. GUESNE, E. & TIBERGHIE, A. (Eds). **Children's ideas in science**. Philadelphia: Open University Press, p. 10-32, 1985.
- KOK-AUN, T. & HONG-KWEN, B. Students' perspectives in understanding light and vision. **Educational Research**. v. 41, n. 2, p. 155-162, 1999.
- LANGLEY, D. RONEN, M. & EYLON, B. Light propagation and visual patterns: preinstruction learners' conceptions. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 349, n. 4, p. 399-424, 1997.
- MARTINAND, J.-L. **Connaître et transformer la matière**. Berne: Peter Lang, 1986.
- MENDOZA PÉREZ, A. & LÓPEZ-TOSADO, V. Light conceptualisation in children aged between 6 and 9. **Journal of Science Education**. v. 1, n. 1, p. 26-29, 2000.
- OSBORNE, J. BLACK, P. MEADOWS, J. SMITH, M. Young children's ideas about light and their development. **International Journal of Science Education**. v. 15, n. 1, p. 83-93, 1993.
- PIAGET, J. Causalité et opérations. In: PIAGET, J. & GARCIA, R. (Eds). **Les explications causales**. Paris: PUF, p. 11-140, 1971.
- PIAGET, J. **La représentation du monde chez l'enfant**. Paris: PUF, 1971.
- RAVANIS, K. Représentations des élèves de l'école maternelle: le concept de lumière. **International Journal of Early Childhood**. v. 31, n. 1, p. 48-53, 1999.
- RAVANIS, K. 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**. v. 51, n. 2/3, p. 201-218, 2005.

- RAVANIS, K. Le concept de lumière: une recherche empirique sur les représentations des élèves de 8 ans. **Analele Științifice Universității Cuza: Științele Educației**. v. XII, p. 147-156, 2008.
- RAVANIS, K. PAPAMICHAEL, Y. & KOULAUDIS, V. Social marking and conceptual change: the conception of light for ten-year old children. **Journal of Science Education**. v. 3, n. 1, p. 15-18, 2002.
- RESTA-SCHWEITZER, M. & WEIL-BARAIS, A. Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. **Review of Science, Mathematics & ICT Education**. v. 1, n. 1, p. 63-82, 2007.
- STEAD, B. & Osborne, R. Exploring student's concepts of light. **Australian Science Teacher Journal**. v. 26, n. 3, p. 84-90, 1980.
- TIBERGHIEU, A. DELACOTE, G. GHIGLIONE, R. & MATALON, B. Conceptions de la lumière chez l'enfant de 10 - 12 ans. **Revue Française de Pédagogie**. n. 50, p. 24-41, 1980.
- VERGNAUD, G. Questions vives de la psychologie du développement. **Bulletin de Psychologie**. n. 390, p. 450-457, 1989.
- VIYGOTSKY, L. S. **Thought and Language**. Cambridge Ma: MIT Press, 1962.
- WALLON, H. **L'évolution psychologique de l'enfant**. Paris: A. Colin, 1968.
- WEIL-BARAIS, A. L'étude des connaissances des élèves comme préalable à l'action didactique. **Bulletin de Psychologie**. n. 368, p. 157-160, 1985.
- WEIL-BARAIS, A. & LEMEIGNAN, G. Apprentissage de conception mécanique et modélisation de situations expérimentales. **European Journal of Psychology of Education**. v. 5, N. 4, p. 391-416, 1990.

Recebido em: 04/08/2011

Aceite em: 10/01/2012