

# La lumière en tant qu'entité dans la pensée des enfants de 5 à 8 ans : une approche didactique à travers le logiciel scratch

DAVID CASTRO<sup>1</sup>, GEORGIOS K. ZACHARIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MSc, Enseignant  
Éducation Primaire  
Canada  
castro.david2@gmail.com

<sup>2</sup>Department of Early Childhood Education  
Aristotle University of Thessaloniki  
Greece  
gzacharis@nured.auth.gr

## ABSTRACT

*In this article, we present a research on the role of teaching that aims to destabilize the mental representations of kindergarten and primary school students on light. The transformation of representations was studied on two groups of children aged 5-6 and 7-8 years, who participated in didactic interactions based on a digital software of the "scratch" type. In all three research questions studied, the progress of both groups between pre-test and post-test was significant. No statistically significant differences were recorded between the two groups in terms of the explanation of light-related phenomena, which was consistent with the scientific model.*

## KEYWORDS

*Physical Sciences, educational software, kindergarten and primary School, mental representations, light*

## RÉSUMÉ

*Dans cet article est présentée une recherche sur le rôle de l'enseignement qui vise à la déstabilisation des représentations mentales des élèves de l'école maternelle et de l'école primaire sur la lumière. La transformation des représentations a été étudiée sur deux groupes d'enfants d'âge de 5-6 et 7-8 ans, qui ont participé aux interactions didactiques basées sur un logiciel numérique du type « scratch ». Dans toutes les trois questions de recherche étudiées, les progrès des deux groupes entre le pré-test et le post-test ont été significatifs. Aucune différence statistiquement significative n'a été enregistrée entre les deux groupes, au niveau de l'explication des phénomènes liés à la lumière, compatible au modèle scientifique.*

## MOTS-CLÉS

*Sciences physiques, logiciel éducatif, école maternelle et primaire, représentations mentales, lumière*

## INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, l'utilisation des nouvelles technologies dans l'éducation a créé de nouveaux environnements d'apprentissage qui, de la maternelle à l'enseignement

secondaire, créent des conditions favorables à l'apprentissage et à l'enseignement. La littérature adéquate est maintenant très riche en données et les résultats de recherche offrent des résultats importants. Une partie de cette recherche dans le domaine de l'enseignement de la physique s'oriente vers l'étude et/ou la transformation des représentations mentales des élèves de différents âges pour des concepts des sciences physiques et naturelles et des phénomènes physiques. En réalité, toute action d'apprentissage dans le cadre de l'enseignement pour l'appropriation des savoirs, c'est-à-dire les pratiques et les interactions des élèves et des enseignants, est directement liée aux représentations que les élèves ont des phénomènes et des concepts qui font l'objet de l'apprentissage.

Nous nous concentrons sur la physique en tant que matière d'apprentissage à l'école, la question des représentations mentales des phénomènes par les enfants dans le monde naturel est largement connue dans la recherche en didactique de la physique et dans l'enseignement de la physique. Dans la littérature spécialisée concernée, nous trouvons des représentations mentales sous différents noms tels que « conceptions alternatives », « idées naïves », « représentations intuitives », « perceptions », « préconceptions » etc. Ces représentations ont été identifiées dans la pensée des étudiants de tous âges. Ces entités de pensée sont intuitives et généralement éloignées des concepts, des interprétations et des arguments de la connaissance scientifique transposée pour l'école (Noupet Tatchou, 2004; Rodriguez, 2018; Sotirova, 2020). C'est pourquoi les représentations mentales créent des difficultés et des obstacles à la compréhension et à l'apprentissage des concepts scientifiques (Grigorovitch & Nertivich, 2017; Tin, 2018). Pour envisager ces difficultés et surmonter les obstacles de la pensée des enfants, des courants théoriques ont été développés qui, même à partir de points de départ différents, ont identifié la nécessité d'interventions pédagogiques spécialisées visant à modifier les représentations mentales initiales et naïves (Maskur et al., 2019; Nertivich, 2016; Zacharos et al., 2011).

Dans cette perspective, pour un large éventail de matières d'enseignement et avec l'utilisation de tous les outils pédagogiques efficaces, un ensemble de données de recherche a été créé qui est disponible pour inspirer les programmes scolaires, à utiliser dans la formation des enseignants et pour soutenir les pratiques d'enseignement à tous les niveaux d'enseignement et pour les enfants de tous âges. Ainsi, aujourd'hui, dans tous les domaines de l'enseignement et de l'apprentissage de la physique, tels que, par exemple, la mécanique, les processus thermiques, l'électricité, l'énergie, etc., on accumule des connaissances à la fois sur les représentations mentales des enfants et sur les interventions didactiques appropriées avec lesquelles nous pouvons les traiter.

Ainsi, il y a plusieurs décennies, nous nous sommes demandé comment, dans l'enseignement des sciences, nous pouvions prendre en compte et traiter les multiples difficultés créées par les représentations mentales des élèves. Au cours de la recherche de solutions didactiques et/ou pédagogiques, des stratégies et des moyens ont été utilisés qui ont conduit à des résultats satisfaisants en matière d'enseignement et d'apprentissage. Au cours des dernières années, l'apport de logiciels conçus de manière appropriée avec lesquels les étudiants, pendant le travail sur ordinateur, explorent les outils disponibles, testent les fonctions et progressent par une stratégie d'essais et d'erreurs, semble jouer un rôle important dans l'appropriation des connaissances. Bien sûr, aujourd'hui, après de nombreuses années d'utilisation du numérique, nous sommes bien conscients qu'il ne s'agit que d'un outil de soutien et de travail pour l'enseignant et l'élève.

Cependant, le matériel numérique est bénéfique lorsqu'il permet aux élèves de travailler de manière plus productive pour construire de nouvelles connaissances lorsque les moyens traditionnels rencontrent des difficultés et conduit les enfants à de nouvelles compétences cognitives (Arun, 2019; Oluwadare, 2015 ; Pouts-Lajus & Riché-Magnier, 1998; Zacharis & Tsitouridou, 2019). Étant donné que tous les programmes des sciences physiques modernes

cultivent l'utilisation de simulations et de modélisation pendant l'apprentissage, les activités en classe utilisent les technologies de l'information et de la communication à différents niveaux : expérimentation par le biais de l'informatique, usage de simulations avec des logiciels spéciaux, enregistrement et traitement des mesures etc.

Dans cette recherche, on a tenté d'enregistrer, de transformer et de comparer les représentations mentales d'élèves de 5-6 ans et de 7-8 ans sur la lumière. Pour l'étude des phénomènes dans le domaine que nous caractérisons comme « optique », une longue série d'études a mis en évidence les difficultés qui surgissent dans la réflexion des enfants sur la lumière. Des questions telles que le parcours rectiligne et le temps de propagation de la lumière, son interaction avec différents objets et la création de certains phénomènes comme les ombres, sont des questions qui empêchent les enfants de construire dans leur pensée des représentations mentales compatibles à la version scolaire des connaissances scientifiques (Anderson & Smith, 1982; Andersson & Karrqvist, 1983; Grigorovich, 2015; Guesne, 1984, 1985; Hoang, 2020; Kokologiannaki & Ravanis, 2013; May, 1996; Mendoza Pérez & López-Tosado, 2000; Möller & Bélorgeot, 2007; Ravanis & Kaliampos, 2018; Villani & Pacca, 1987; Watts, 1985). De nombreuses années d'efforts de recherche liés à la compréhension des concepts et des phénomènes de l'optique géométrique soulignent que le principal obstacle est la reconnaissance de la lumière en tant qu'entité physique autonome indépendante des sources qui la produisent et des effets qu'elle provoque et qui existent dans une zone spécifique de l'espace. En fait, la genèse de cet obstacle est la représentation naïve des enfants à n'associer la lumière qu'à sa source et/ou aux effets visibles qu'elle produit.

Cependant, une série d'efforts structurés de manière appropriée pour développer des activités d'enseignement visant à aborder et à surmonter cet obstacle, conduit à la reconnaissance de la lumière en tant qu'entité dans l'espace, en particulier avec les élèves de très jeune âge (Castro, 2018; Castro & Rodriguez, 2014; Grigorovitch, 2014; Ravanis, 1998; Rodriguez & Castro, 2016, 2020; Voutsinos, 2013). Ces interventions didactiques, qui conduisent à la formation dans la pensée des jeunes enfants d'entités qui ont des caractéristiques stables et permettent des descriptions et des prédictions satisfaisantes compatibles avec les connaissances scientifiques scolaires sur la lumière, sont désignées dans la littérature pertinente comme des « modèles précurseurs » (Ravanis, 2020). Certains de ces efforts ont été réalisés à l'aide d'une application spéciale créée avec le logiciel « scratch » pour les enfants âgés de 5-6 ans et leurs résultats ont été satisfaisants (Castro, 2019; Ntalakoura & Ravanis, 2014).

Confirmer que ce logiciel est efficace pour la pensée des jeunes enfants permet de poser des questions sur son fonctionnement dans la pensée des enfants plus âgés. La recherche présentée dans cet article étudie si ce logiciel aide également les enfants de 7-8 ans à développer leurs représentations mentales et s'il existe des différences de performance entre deux groupes d'élèves âgés de 5-6 ans et de 7-8 ans. En fait, avec cette recherche, nous donnons une dimension développementale à notre orientation de recherche puisque nous comparons les représentations de la lumière de deux groupes d'étudiants qui n'ont pas participé à des activités d'enseignement de ce phénomène.

## 2. MÉTHODOLOGIE

### *L'échantillon*

À cette recherche ont participé deux groupes d'élèves : 56 élèves de 5-6 ans (groupe 1) et 58 élèves de 7-8 ans (groupe 2). L'échantillon provient de 4 classes d'écoles maternelles et de 3 classes d'écoles primaires. Ces sujets, n'ont pas reçu auparavant d'intervention didactique organisée dans ses classes sur le concept de la lumière ou sur d'autres phénomènes de l'Optique. Leur participation était volontaire et leurs parents ont donné leur accord par écrit.

### ***La procédure***

La démarche de cette recherche comporte trois phases : le pré-test, l'intervention didactique et le post-test. L'enseignement aux deux groupes était basé à un logiciel du type scratch, spécialement élaboré et basé sur la possibilité de changer d'écran avec différentes sources de lumière que les enfants peuvent allumer et éteindre très facilement (Ntalakoura & Ravanis, 2014).

Le recueil de données a été effectué à partir d'entretiens individuels au cours d'un pré-test et d'un post-test. Le pré-test a été réalisé dix jours avant l'intervention didactique. Dans ce cadre les élèves pouvaient exprimer ses représentations à propos de la lumière comme entité. Le post-test a été réalisé deux semaines après les interventions didactiques aux deux groupes. Tous les élèves subissent une nouvelle fois le questionnement initial afin de cerner les modifications dans leurs représentations naïves constatées au pré-test.

### ***L'entretien au pré-test et post-test***

Le questionnement au pré-test et post-test comprenait trois questions.

- *Question 1.* À chaque enfant, a été posé la question : « Qu'est-ce que la lumière pour toi ? ». Par cette question on essaie de vérifier si les enfants peuvent distinguer spontanément la lumière comme entité distincte des sources lumineuses et les surfaces éclairées.
- *Question 2.* La deuxième question est la suivante : « Que fait la lumière ? ». Par cette question nous voulons distinguer si les élèves se centrent sur les sources lumineuses ou des taches qui ont une empreinte lumineuse et brillante et leurs caractéristiques de fonctionnement ou s'ils reconnaissent d'autres phénomènes comme le chauffage, l'éclairage etc.
- *Question 3.* Aux enfants a été demandé de montrer quelques endroits de la pièce « où il y a de la lumière ». Quand ils montrent les sources lumineuses 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 et surtout dans les endroits qui ne sont pas très éclairés.

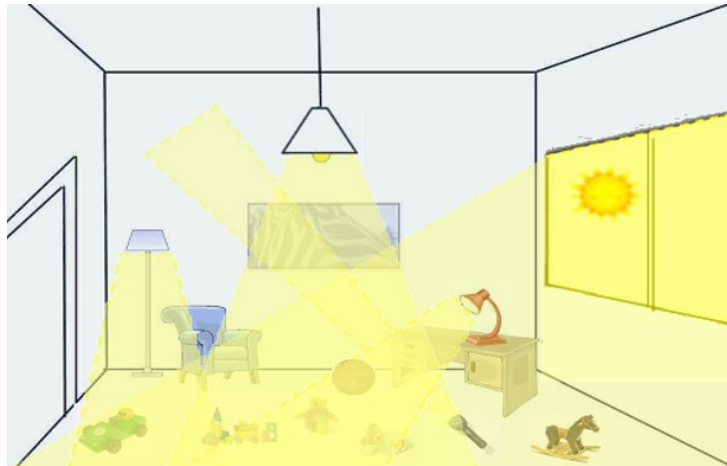
Les entretiens individuels ont été enregistrés et transcrits et l'analyse des données a été basée sur les transcriptions. De plus, un protocole d'enregistrement des comportements non verbaux a été créé pour chaque enfant.

### ***L'intervention didactique***

Les enfants des deux groupes ont participé aux interventions didactiques visant à la transformation de leurs représentations. Chaque séance didactique, pour des équipes des 4 à 5 élèves dans chaque groupe a duré 15 minutes.

L'enseignement se fait dans une salle virtuelle d'un ordinateur portable équipé de sources lumineuses, naturels et artificiels (voir Figure). En optique géométrique, l'effort de la modélisation conduit à une élaboration par les élèves d'objets géométriques abstraits comme les rayons et les cônes pour expliquer la formation et la localisation d'images formées par des systèmes optiques.

Sur l'écran de l'ordinateur, dans la salle virtuelle, il y a des représentations d'objets divers (fauteuil, bureau, jouets de sol, etc.). Les enfants, en déplaçant la souris très simplement, peuvent allumer ou éteindre chaque lampe et ouvrir ou fermer la fenêtre. Chaque équipe a d'abord décrit la salle et se familiarise avec l'utilisation du logiciel.



**Figure**

« Les élèves devront ensuite raconter s'il n'y a lumière dans la chambre, bien qu'il soit nuit et toutes les sources lumineuses sont éteintes. Si leur réponse est négative, alors qu'ils sont priés d'utiliser une source lumineuse et, lorsque son rayon devient visible, on leur demande où la lumière se trouve dans la chambre » (Castro, 2019, p. 116). Les enfants ont ensuite été invités à utiliser les autres sources de lumière et à décrire ce qu'ils observaient. Au cours des discussions et de la communication, les prédictions réfutées permettent aux enfants de répéter leur action et, par conséquent, la réfutation devient une source de déstabilisation et une nouvelle orientation de la pensée des élèves.

## RÉSULTATS

On présente ensuite les résultats du pré-test et du post-test et on discute sur leurs différences. L'élaboration des réponses des élèves nécessite une caractérisation par rapport aux connaissances scientifiques scolaires.

- Dans la catégorie « suffisante » on a classé les réponses qui étaient les plus compatibles avec une explication satisfaisante par rapport au modèle basé à l'optique géométrique c'est-à-dire qu'elles reconnaissent l'existence de la lumière dans l'espace ou se référant à des phénomènes identifiés comme étant dus à la lumière diffuse tels que la lumière du jour ou la vision.
- Dans la catégorie « intermédiaire » les réponses qui présentaient une relative instabilité par rapport au modèle de l'optique géométrique et dans lesquelles la lumière est reconnue dans les sources lumineuses et les points forcément éclairés.
- Dans la catégorie « insuffisante » on a classé les réponses dans lesquelles la lumière n'est pas du tout reconnue ou l'absence d'une réponse.

Ainsi, entre pré- et post test, on a estimé comme progrès le passage d'une réponse du type « intermédiaire » ou « insuffisante » à une réponse correcte. Nous avons également qualifié de « stabilité » la stabilité des réponses ou le passage du niveau « insuffisant » au niveau « intermédiaire » puisque cette transition n'est pas intéressante du point de vue de la construction d'un modèle précurseur de la lumière. Nous avons groupé les réponses des élèves dans deux catégories, en termes de progrès ou stagnation des performances entre le pré-test et

le post-test qui a suivi. Pendant l'analyse des résultats on n'a pas trouvé des reculs entre le pré- et le post-test.

De plus, une comparaison quantitative-statistique des résultats de groupe 1 et de groupe 2 avec le Wilcoxon Test pour les trois questions, n'a pas donné de résultat statistiquement significatif.

*Question 1.* À chaque enfant, a été posé la question : « Qu'est-ce que la lumière pour toi ? ». À cette première question nous avons obtenu des réponses que nous avons classées en trois catégories :

1. Réponses suffisantes : Par exemple, « Sur le mur, sur la lampe..... Tout autour..... tout autour d'ici.... ».
2. Réponses intermédiaires : P. ex. « C'est la lampe ».
3. Réponses insuffisantes : P. ex. « Quand nous sommes dans la salle de classe... ou parler aux autres enfants ».

Aux tableaux 1a et 1b sont présentées les répartitions des réponses des sujets des deux groupes pour le pré- et le post-test. Comme l'indiquent les résultats des tableaux 1a et 1b, dans le cas de la Question 1 nous constatons que, entre le pré-test et le post-test, 22 élèves du groupe 1 contre 25 du groupe 2, progressent en donnant des réponses compatibles au modèle de l'optique géométrique sur la lumière.

**TABLEAU 1a**

*Fréquences des réponses des élèves de deux groupes à la question 1*

| Catégories des réponses | Fréquences |          |           |          |
|-------------------------|------------|----------|-----------|----------|
|                         | Pré-test   |          | Post-test |          |
|                         | Groupe 1   | Groupe 2 | Groupe 1  | Groupe 2 |
| Suffisante              | 1          | 2        | 22        | 25       |
| Intermédiaire           | 19         | 25       | 26        | 33       |
| Insuffisante            | 34         | 31       | 4         | 6        |
| Total                   | 56         | 58       | 56        | 58       |

**TABLEAU 1B**

*Fréquences de sujets qui progressent ou non entre le pré-test et le post-test dans les deux groupes à la question 1*

|            | Question 1 |          |
|------------|------------|----------|
|            | Groupe 1   | Groupe 2 |
| Progrès    | 21         | 23       |
| Stagnation | 35         | 35       |
| Total      | 56         | 58       |

*Question 2.* La deuxième question est la suivante : « Que fait la lumière ? ». Les réponses obtenues à cette question ont été classées en trois catégories :

1. Réponses suffisantes, centrées sur les effets produits par la lumière et peuvent être identifiés indépendamment des sources de production de lumière. P. ex. « La lumière nous éclaire... ».
2. Réponses intermédiaires centrées sur la présence et la fonction des sources lumineuses. P. ex. « Ça s'allume, ça s'éteint... Et ça brille... ».
3. Réponses insuffisantes : « Je ne sais pas..... ».

Aux tableaux 2a et 2b sont présentées les répartitions des réponses des sujets des deux groupes pour le pré- et le post-test.

**TABLEAU 2a**  
*Fréquences des réponses des élèves de deux groupes à la question 2*

| Catégories des réponses | Fréquences |          |           |          |
|-------------------------|------------|----------|-----------|----------|
|                         | Pré-test   |          | Post-test |          |
|                         | Groupe 1   | Groupe 2 | Groupe 1  | Groupe 2 |
| Suffisante              | 3          | 4        | 31        | 36       |
| Intermédiaire           | 32         | 39       | 22        | 15       |
| Insuffisante            | 19         | 15       | 3         | 7        |
| Total                   | 56         | 58       | 56        | 58       |

**TABLEAU 2b**  
*Fréquences de sujets qui progressent ou non entre le pré-test et le post-test dans les deux groupes à la question 2*

|            | Question 2 |          |
|------------|------------|----------|
|            | Groupe 1   | Groupe 2 |
| Progrès    | 28         | 32       |
| Stagnation | 28         | 26       |
| Total      | 56         | 58       |

Le progrès de 28 élèves du groupe 1 par rapport du progrès de 32 élèves du groupe 2 à la question 2 sur l'approche de la lumière était significatif.

*Question 3.* Aux enfants a été demandé de montrer quelques endroits de la pièce « où il y a de la lumière ». Avec cette question, nous avons cherché à savoir s'ils détectent la lumière dans l'espace et nous insistons donc sur des questions qui vont au-delà des sources lumineuses et/ou des surfaces éclairées ou bien éclairées. Les réponses des enfants ont été catégorisées de la manière suivante :

1. Réponses suffisantes dans lesquelles la lumière dans l'espace est reconnue. P.ex. « La lumière est partout dans la chambre.... sur les murs .... dans l'air... partout. Même sous la table ».
2. Réponses intermédiaires dans lesquelles se trouvent des concentrations sur les sources lumineuses ou dans des endroits bien éclairés. P.ex. « Ici, sur le mur, il y a la lumière... Et sur la lampe bien sûr... ».

Aux tableaux 3a et 3b sont présentées les répartitions des réponses des sujets des deux groupes pour le pré- et le post-test.

**TABLEAU 3a**  
*Fréquences des réponses des élèves de deux groupes à la question 3*

| Catégories des réponses | Fréquences |          |           |          |
|-------------------------|------------|----------|-----------|----------|
|                         | Pré-test   |          | Post-test |          |
|                         | Groupe 1   | Groupe 2 | Groupe 1  | Groupe 2 |
| Suffisante              | 2          | 3        | 29        | 33       |
| Intermédiaire           | 54         | 55       | 27        | 25       |
| Total                   | 56         | 58       | 56        | 58       |

**TABLEAU 3b**

*Fréquences de sujets qui progressent ou non entre le pré-test et le post-test dans les deux groupes à la question 3*

|            | Question 2 |          |
|------------|------------|----------|
|            | Groupe 1   | Groupe 2 |
| Progrès    | 27         | 30       |
| Stagnation | 29         | 28       |
| Total      | 56         | 58       |

Selon les résultats des tableaux 3a et 3b, à la Question 3 nous constatons que, entre le pré-test et le post-test, 27 élèves du groupe 1 contre 30 du groupe 2, progressent en donnant des réponses compatibles au modèle de l'optique géométrique sur la lumière.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans cet article, nous avons essayé d'étudier les représentations mentales deux groupes d'élèves âgés de 5 à 6 et de 7 à 8 ans sur la lumière en tant qu'entité dans l'espace. Il s'agit également d'étudier les résultats d'une intervention didactique basée sur un environnement numérique conçu avec le logiciel scratch.

Dans les résultats recueillis pour les trois questions, nous trouvons une image cohérente dans les représentations des enfants dans les deux groupes. Très peu d'enfants avant l'enseignement reconnaissent l'existence de la lumière dans l'espace, car leur pensée semble être limitée par des sources lumineuses ou des surfaces fortement éclairées. Au contraire, nous pouvons voir que les étudiants des deux groupes qui ont travaillé avec le logiciel, ont montré beaucoup de progrès en ce qui concerne la question de la reconnaissance de l'autonomie de la lumière. De plus, dans les trois questions, la performance des élèves dans deux groupes est assez stable et les représentations mentales de la lumière des enfants ne semblent pas faire de différence. En effet, un grand nombre d'élèves ayant suivi des cours d'éducation numérique surmontent leurs difficultés et obtiennent finalement des résultats satisfaisants. Ces résultats sont cohérents avec ceux de la littérature existante et la stabilité d'un grand nombre d'enfants montre qu'il est possible de construire un modèle précurseur pour la lumière (Ntalakoura & Ravanis, 2014).

Lors du travail des enfants, une tendance systématique au travail collaboratif a également été observée. Ce fait pourrait être attribué à la conception de la création du logiciel qui permet de nombreux tests qui favorisent les prédictions et les tests. Les enfants ont souvent fait des suggestions pour chaque question et ont discuté de la pertinence de ces idées pour apporter des changements possibles à leurs réponses (Kola, 2013).

Malgré les résultats qui mettent en évidence des progrès pour de nombreux enfants, il convient de noter que de nombreux élèves des deux groupes, après l'intervention didactique, ne reconnaissent pas l'autonomie de la lumière dans l'espace. Cette constatation est également importante parce qu'elle permet de conclure qu'entre 5-6 ans et 7-8 ans, il n'y a pas de progrès significatif au niveau développementale, puisque les différences dans les progrès des deux groupes sont insignifiantes.

Quoi qu'il en soit, nos résultats montrent qu'avec des interventions didactiques appropriées, il est possible de créer un schéma de pensée sur la lumière compatible avec les connaissances scolaires. Bien entendu, cette perspective est étroitement liée à l'utilisation des données de recherche pertinentes dans l'éducation de base et la formation continue des enseignants (Lator et al., 2010; Mabejane, 2014, 2016; Périsset, 2010). Cependant, cela est lié à des décisions de politique-éducative dont le milieu de la recherche n'est pas responsable. À



cet égard, tant au niveau de la recherche que de l'élaboration des activités, de nouvelles stratégies doivent être étudiées et développées qui permettront aux enfants de penser de manière décentralisée à partir de sources lumineuses et les effets visibles.

## RÉFÉRENCES

- Anderson, C., & Smith, E. (1982). *Student conceptions of light, colour and seeing*. Paper presented at the annual convention of the National Association for Research in Science Teaching, Fontana, Wisconsin.
- Andersson, B., & Karrqvist, C. (1983). How Swedish pupils aged 12-15 years understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387-402.
- Arun, Z. (2019). Questions sur la formation des enseignants de l'école maternelle et primaire aux technologies de l'information et de la communication en éducation. *European Journal of Open Education and E-learning Studies*, 4(1), 10-21.
- Castro, D. (2018). L'apprentissage de la propagation rectiligne de la lumière par les élèves de 10-11 ans. La comparaison de deux modèles d'enseignement. *European Journal of Education Studies*, 4(5), 1-10.
- Castro, D. (2019). Approches didactiques à l'école maternelle : La numérique et la traditionnelle au cas de la lumière. *European Journal of Open Education and E-learning Studies*, 4(1), 113-123.
- Castro, D., & Rodriguez, J. (2014). 8–9-year-old pupils' mental representations of light: teaching perspectives. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 2(1), 40-44.
- Grigorovitch, A. (2014). Children's misconceptions and conceptual change in Physics Education: The concept of light. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 1(1), 34-39.
- Grigorovitch, A. (2015). Teaching optics perspectives: 10–11-year-old pupils' representations of light. *International Education & Research Journal*, 1(3), 4-6.
- Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017). Représentations mentales des élèves de 10-12 ans sur la formation des ombres. *European Journal of Education Studies*, 3(5), 150-160.
- Guesne, E. (1984). Children's ideas about light. In E. J. Wenham (Ed.), *New Trends in Physics Teaching* (Vol. IV, pp. 179-192). Paris: UNESCO.
- Guesne, E. (1985). Light. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds), *Children's ideas in science* (pp. 10-32). Philadelphia: Open University Press.
- Hoang, V. (2020). 14-year-old student representations related to the color: a teaching intervention. *European Journal of Alternative Education Studies*, 5(1), 44-53.
- Kokologiannaki, V., & Ravanis, K. (2013). Greek sixth graders mental representations of the mechanism of vision. *New Educational Review*, 33(3), 167-184.
- Kola, A. J. (2013). Effective teaching and learning in Science Education through Information and Communication Technology. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 2(5), 43-47.
- Lator, C., & Périsset Bagnoud, D. (2010). Travailler ensemble entre logiques professionnelles, organisationnelles et institutionnelles : Un développement professionnel sous contraintes. In L. Corriveau et al., (Dir.), *Travailler ensemble dans les établissements scolaires et de formation* (pp. 165-173). Bruxelles : De Boeck.
- Mabejane, M. R. (2014). Sciences teacher training: Theoretical aspects for developing programs. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 1(1), 69-82.

- Mabejane, M. R. (2016). Physical Sciences student teachers training: Theoretical and practical aspects. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(1), 123-134.
- Maskur, R., Latifah, S., Pricilia, A., Walid, A., & Ravanis, K. (2019). The 7E learning cycle approach to understand thermal phenomena. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 464-474.
- May, M. (1996). *Introduction à l'optique: Cours, exercices d'application, problèmes résolus*. Paris: Dunod.
- Mendoza Pérez, A., & López-Tosado, V. (2000). "Light" conceptualisation in children aged between 6 and 9. *Journal of Science Education*, 1(1), 26-29.
- Möller, K. D., & Bélorgeot, C. (2007). *Cours d'optique*. Paris: Springer-Verlag.
- Nertivich, D. (2016). Représentations des élèves de 11-12 ans pour la formation des ombres et changement conceptuel. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 3(2), 103-107.
- Noupet Tatchou, G. (2004). *Conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences physiques: cas de quelques expériences de cours en électrocinétique*. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies en Sciences de l'Éducation, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.
- Ntalakoura, V., & Ravanis, K. (2014). Changing preschool children's representations of light: a scratch based teaching approach. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 191-200.
- Oluwadare, F. A. (2015). ICT use in preschool science education: A case study of some private nursery schools in Ekiti State. *Journal of Education and Practice*, 6(31), 75-79.
- Périsset, D. (2010). Le double enjeu de la formation à l'expertise professionnelle. *Recherche et Formation*, 65, 61-74.
- Pouts-Lajus, S., & Riché-Magnier, M. (1998). *L'école à l'heure d'Internet : les enjeux du multimédia dans l'éducation*. Paris: Nathan Pédagogie.
- 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. (2020). Precursor models of the Physical Sciences in Early Childhood Education students' thinking. *Science Education Research and Praxis*, 76, 24-31.
- Ravanis, K., & Kaliampou, G. (2018). Mental representations of 14-15 years old students about the light propagation time. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 8(2), 44-52.
- Rodriguez, J. (2018). Des représentations aux premiers modèles : le monde physique dans la pensée des petits enfants. *European Journal of Education Studies*, 5(2), 1-9.
- Rodriguez, J., & Castro, D. (2016). Changing 8-9 year-old pupil's mental representations of light: A metaphor based teaching approach. *Asian Education Studies*, 1(1), 40-46.
- Rodriguez, J., & Castro, D. (2020). Quality improvement in teaching and learning science in primary school settings: using a metaphor to approach the concept of light. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 9(2), 185-194.
- Sotirova, E.-M. (2020). Réflexions sur les objectifs de l'éducation scientifique. *European Journal of Education Studies*, 7(2), 172-180.
- Tin, P. S. (2018). Élaboration expérimentale des représentations mentales des élèves de 16 ans sur les concepts thermiques. *European Journal of Education Studies*, 4(7), 141-150.
- Villani, A., & Pacca, J. (1987). Student's spontaneous ideas about the velocity of light. *International Journal of Science Education*, 9(1), 55-66.
- Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138.

Watts, D. M. (1985). Student conceptions of light: a case study. *Physics Education*, 20(4), 183-187.

Zacharis, G. K., & Tsitouridou, M. (2019). MOOCs and Science conceptions: Challenges on teacher education. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 6(1), 362-368.

Zacharos, K. Antonopoulos, K., & Ravanis, K. (2011). Activities in mathematics education and teaching interactions. The construction of the measurement of capacity in preschoolers. *European Early Childhood Education Research Journal*, 19(4), 451-468.