



## DIFFICULTÉS DU DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE EN ÉDUCATION SCIENTIFIQUE<sup>i</sup>

**Dimitri Nertivich<sup>ii</sup>**

M. Sc., Primary Education,

Russian Federation

### Résumé:

Cet article présente une série des réflexions et un exemple détaillé sur les difficultés du démarche expérimental dans de l'éducation scientifique. Après une discussion sur les obstacles et les difficultés qui s'opposent à l'appropriation de la démarche de la méthode expérimentale, ce travail touche la question de la démarche expérimentale pour la formation des ombres. Deux exemples typiques de situations d'enseignement sont utilisés et les difficultés tant au niveau conceptuel que procédural sont mises en évidence.

**Mots-clés :** démarche expérimental, enseignement scientifique, formation des ombres

### Abstract:

This article presents a series of reflections and a detailed example of the difficulties of the experimental approach in scientific education. After a discussion on the obstacles and difficulties that stand in the way of appropriation of the experimental method approach, this work touches on the question of the experimental approach to the formation of shadows. Two typical examples of teaching situations are used and the difficulties at both the conceptual and procedural levels are highlighted.

**Keywords:** experimental approach, science teaching, shadow formation

### 1. Introduction

L'étude des phénomènes des sciences physiques et biologiques à l'école demande aux élèves de travailler au niveau théorique, d'observer, de manipuler au laboratoire, de dégager les faits qui permettront d'interpréter les résultats obtenus, en tenant compte, soit pour les justifier, soit pour les réfuter des modèles théoriques déjà établis, si ceux-ci existent. Dans une perspective empiriste l'acquisition de la démarche expérimentale peut s'effectuer d'un seul coup à partir d'une simple expérience, par répétition ou par accumulation des expériences. Par contre, dans une approche constructiviste ou

<sup>i</sup> DIFFICULTIES OF THE EXPERIMENTAL PROCESS IN SCIENTIFIC EDUCATION

<sup>ii</sup> Correspondence: email [dimitnerti@gmail.com](mailto:dimitnerti@gmail.com)

socioconstructiviste, elle se dégage lentement par élaboration des expériences basées sur les représentations mentales et les obstacles des élèves (Grigorovitch, 2015; Rodriguez & Castro, 2016; Syuhendri, 2017). Certains jeunes auront besoin d'une réflexion provoquée pour que le déclenchement se produise. En tout cas, les occasions d'expérimentations devront s'affronter à de nombreux phénomènes pour s'affirmer, se consolider et devenir une véritable discipline au niveau conceptuel, et au niveau des capacités et au niveau d'acquisition des méthodologies d'approche des phénomènes.

L'analyse de la démarche expérimentale met en évidence un très grand nombre de facteurs qui s'imbriquent les uns dans les autres (Anceaux & Sockeel, 2006; Cariou, 2007; Delclaux & Saltiel, 2013; Gratian, Mateu, Morvan & Morvan, 2005). En effet, le nombre et la qualité des difficultés diffèrent suivant le phénomène étudié, étant donné que les facteurs à prendre en compte dans l'étude des situations didactiques diverses appartiennent à un spectre discontinu où l'un obstacle influence l'autre. Par exemple, l'utilisation de la représentation mentale de la chaleur est au niveau de l'abstraction beaucoup plus élevée (Kaliampou & Ravanis, 2019; Nertivich, 2018; Rodriguez & Castro, 2014; Tin, 2018) que l'étude des paramètres qui déterminent la résistance d'une ampoule électrique (Andre & Ding, 1991; Fredette & Lockhead, 1980; Goris & Dyrenfurth, 2013; Kada & Ravanis, 2016). C'est-à-dire la construction d'un raisonnement transitive (source thermique – chaleur indépendante dans l'espace de la propagation – interaction avec les objets) nécessite une grande et solide série des ressources intellectuelles que l'identification expérimentale de l'influence des trois paramètres pour la résistance. En plus la répartition des difficultés dans un scénario expérimental d'enseignement présente des aspects variés. Certaines expériences nécessitent une grande diversité d'observations, de multiples mesures, d'activités expérimentales fortes longues, et quelques liaisons entre eux suffiront pour aborder les difficultés de l'interprétation. Dans d'autres cas, une expérience de quelques liaisons pourra réclamer une longue chaîne d'articulations pour arriver à interpréter le phénomène observé. Il ne faut pas donc s'étonner que peu d'étudiants arrivent à concevoir cette chaîne dans son ensemble. Certaines liaisons peu apparentes dans telle expérience risqueraient de ne pas être perçues. Dans d'autre cas, la chaîne laborieusement établie ne comprend-elle pas de liaison si faible, qu'une consolidation de ces points possibles de cassure s'impose rapidement.

## **2. Démarche expérimentale : difficultés et obstacles**

En réalité, la liste des obstacles et des difficultés qui s'opposent à l'assimilation de la démarche souhaitée présente la méthode expérimentale comme une course d'obstacles. À chaque difficulté l'étudiant ne connaît pas le terrain et ne peut guère anticiper sur ce que l'avenir va faire surgir sous ses pas. Mais ce parcours devient plus réaliste, si la procédure est planifiée avec une approche échelonnée. À chaque difficulté, à chaque impasse comment réagira l'enseignant comme médiateur et tuteur et non seulement le couple étudiant-processus de la démarche ? En fait il faut se demander si les obstacles de l'enseignement scientifique, évoqués « la désaffection et l'échec scolaire très souvent constatées, au-delà des problèmes des méthodes d'enseignement, a comme cause

importante des objectifs et des finalités mêmes de l'éducation scientifique. En réalité bien souvent nous ne sommes pas dans une situation de distributeurs de vérités absolues, mais plutôt affrontés aux enfants plus ou moins plongés dans ses propres représentations à qui nous essayons à toute force de transmettre un corps de doctrines souvent absolument coupées de leur vie réelle, de doctrines qui constituent l'école en un milieu artificiel où on ne s'occupe que de notions qui n'ont pas cours dans la vie quotidienne » (Sotirova, 2020, p. 173). Si bien qu'en réalité l'enseignement en sciences prend pour point de départ essentiel le contenu scientifique lui-même au lieu des moyens théoriques et des pratiques développées dans les cadres de didactique, de psychologie et de la pédagogie (Boilevin & Ravanis, 2007; Boumghar, Kendil, Ghedjghoudj, & Lounis, 2012; Bouzazi, 2019; Castro, 2013; Duverney, 2003; Pathare & Pradhan, 2010; Ravanis, 2017).

Dans la réalité, il n'existe pas une seule démarche expérimentale qui recouvre l'ensemble de toutes les possibilités, mais une démarche expérimentale spécifique adaptée à chaque cas particulier. Il n'est pas question dans cet article de présenter une étude des difficultés présentées par une recherche sur la démarche expérimentale, mais de montrer des obstacles rencontrés dans des cas particuliers et caractéristiques (Beaugrand, 1988; Fragkiadaki & Ravanis, 2015; Giot & Quittre, 2006; Noupet Tatchou, 2004; Ravanis, 2005; Tavernier, 1995; Timostuk & Normak, 2008). Au niveau méthodologique les enseignants mettent en évidence les difficultés rencontrées par les élèves sur tel ou tel sujet. Sur les documents apportés, rédigés par les élèves, l'enseignant doit préciser le cas échéant les objectifs poursuivis par l'expérience réalisée. Souvent les objectifs réels sont implicites et se rapportent à des intentions qui ne sont aucunement contrôlés par les actions effectuées par les élèves. Après avoir déterminé les objectifs poursuivis et établis les exercices de contrôle adaptés une analyse de la démarche pas à pas est élaborée.

Une mise au point d'outils est déclenchée si ceux-ci semblent utiles. Ces outils doivent répondre à différents critères. (a) Correspondre à un chaînon précis où une rupture peut se produire et si plusieurs chaînons semblent faibles, plusieurs outils sont à envisager. (b) Possibilité pour l'enseignant de jouer un rôle révélateur, lui permettant de diagnostiquer pour chaque élève, si une difficulté se présente pour lui et lui permettre d'apporter une aide individuelle utile. (c) Proposition d'un travail profitable à l'étudiant, même si celui-ci à franchir l'obstacle sans douleur. Les exercices offerts peuvent permettre à l'étudiant de surmonter l'obstacle détecté et le maître n'a finalement qu'un petit nombre d'élèves en difficultés.

À partir des faits offerts par les enseignants, un plan des difficultés ponctuelles rencontrées a été constitué. L'analyse des blocages produits effectuée à partir de chaque cas particulier constitue une approche absolument pragmatique. Un exemple limité va illustrer l'un ou l'autre point du cadre général représentant un détail de l'analyse effectué à partir des expériences posant une quelconque difficulté. Les outils mis au point avec les enseignants seront brièvement présentés. Dans certaines expériences on constate l'existence de différents facteurs : habileté manuelle réclamée, longueur et nombre des opérations à mener peuvent parfois détourner l'attention de l'étudiant du but poursuivi à travers la manipulation etc.

### 3. Un exemple des difficultés : la formation des ombres

Une série de diverses recherches avec les élèves de 5 à 12 ans par rapport à la formation des ombres (Dumas Carré, Weil-Barais, Ravanis & Shourcheh, 2003; Grigorovitch & Nertivich, 2017; Esgalhado & Rebordao, 1987; Nertivich, 2016; Ravanis, Zacharos & Vellopoulou, 2010; Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007; Voutsinos, 2013) ont montré les représentations, les difficultés et les obstacles cognitifs des élèves, exprimés dans ses explications et ses raisonnements aux tâches diverses. Sur la base de ces données, des interventions didactiques ont été proposées et réalisées dans le but de transformer et reconstruire les représentations des élèves et de surmonter leurs obstacles.

Parmi les résultats de ces recherches on a choisi deux pour présenter et discuter les difficultés rencontrées pendant la démarche expérimentale.

1. Plusieurs recherches ont remarqué la présence d'un obstacle principal lié à la reconnaissance du "mécanisme" de la production de l'ombre. C'est-à-dire l'interaction entre la lumière comme entité distincte dans l'espace de sa propagation et les objets comme obstacles physiques non-transparents qui forment les ombres (Ravanis, 1996).
2. La compréhension de l'empêchement de la lumière qui crée un champ ombragé dans l'espace et non exclusivement sur les objets et les surfaces de projection où l'ombre est visible, constitue une difficulté particulière chez la pensée des élèves, parmi des obstacles différents. Très souvent ils ne reconnaissent pas que l'ombre est créée, aussi dans l'espace, comme par exemple juste derrière les obstacles (Rodriguez, 2019).

Nous présentons, ci-dessous, les cadres généraux des interventions didactiques qui correspondent aux deux obstacles évoqués précédemment.

(1) Une activité didactique proposée aux élèves de l'enseignement préscolaire et primaire sur le "mécanisme" de la construction de l'ombre a été testée plusieurs fois et ses résultats étaient toujours satisfaisants malgré les difficultés constatées. Un dispositif approprié a été conçu : une lampe de poche comme source lumineuse à la disposition des enfants et un bâton comme obstacle opaque posé verticalement sur une table horizontale (Figure 1). L'enseignant a demandé aux élèves de former l'ombre du bâton et d'expliquer la formation de l'ombre. Dans le cas où l'enfant n'était pas capable de former l'ombre du bâton, l'enseignant formait l'ombre et attirait son attention sur le bâton qui est fortement éclairé face à la lampe et faiblement de l'autre côté. Puis elle posait la question: "Est-ce que la lumière peut passer à travers le bois ?". Les enfants d'école primaire ont ensuite été invités à prédire la taille de l'ombre et à étudier les conditions dans lesquelles elle se redimensionne en déplaçant parfois la lampe de poche et parfois le bâton.

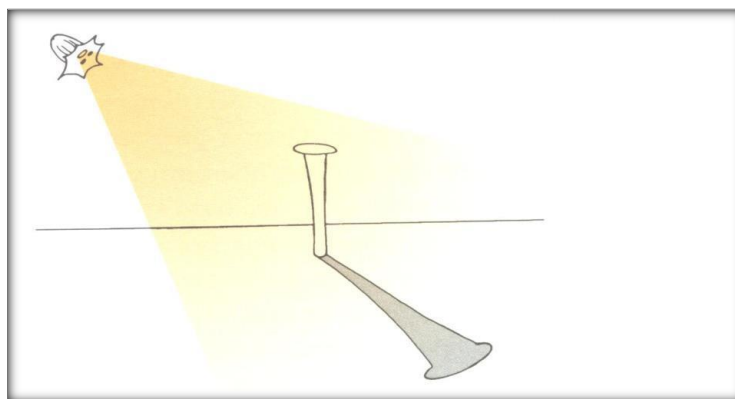


Figure 1

(2) Dans la classe ou au laboratoire au cadre du travail sur la construction du phénomène de l'existence de l'ombre dans l'espace a été utilisé un dispositif spécialisé. Une lampe (L) posée à une distance d'une boîte d'allumettes (B) soutenue d'une façon pertinente, a créé une ombre sur un carton (C) qui se trouve à une distance de la boîte d'allumettes (Figure 2).

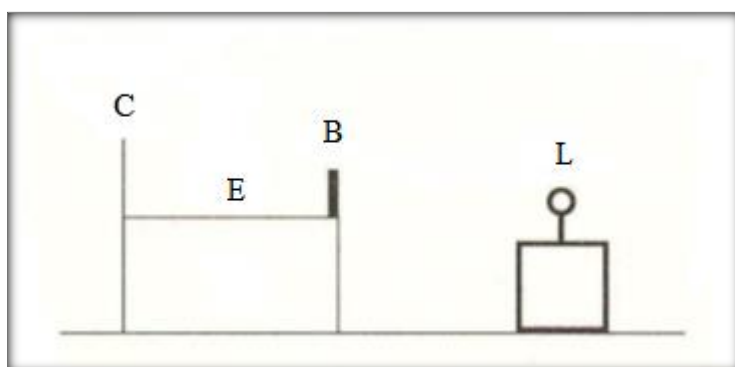


Figure 2

L'enseignant demande aux enfants d'indiquer trois places entre la boîte et le carton, dans l'espace (E), où l'on pourrait placer un petit objet qui ne sera pas directement éclairée par la lampe, c'est à dire indiquer trois places où l'on peut trouver l'ombre. « Cette question est posée avec l'objectif de vérifier si les enfants peuvent prévoir et utiliser que l'ombre est créée, non seulement aux domaines où ils peuvent la percevoir immédiatement, comme par exemple sur le carton ou juste derrière la boîte, mais aussi à l'espace entre le carton et la boîte. Ensuite l'enseignant allume la lampe, il vérifie les places des ombres et il discute avec les enfants sur l'espace ombragé » (Rodriguez, 2019, p. 96). De plus une simulation interactive (logiciel scratch) présentée par ordinateur permet à chaque élève d'identifier et d'analyser rapidement. Il propose les tests à faire et le logiciel fait présenter les résultats des tests. Ensuite on avait une troisième phase où s'effectue l'interprétation en termes d'optique géométrique de la méthode qui s'effectue sous forme d'enseignement tutoriel à l'ordinateur.

Après la réalisation de ces activités dans 30 classes (15 classes des écoles maternelles et 15 classes des écoles primaires), nous avons demandé aux enseignants de

rédigé des rapports afin d'enregistrer les difficultés qu'ils ont trouvés. Sur les comptes rendu des activités avec les élèves de 5-10 ans consacrées à la formation des ombres apportées par les enseignants un certain nombre de points ont été dégagés.

(1) Une première classe des difficultés est d'ordre conceptuel. Par exemple, le bâton n'est pas conçu par les enfants comme obstacle à la propagation de la lumière. La question relatif à la lumière et le bâton ne suffit pas et l'enseignant s'est vu obligée d'insister, d'intervenir et de questionner les élèves jusqu'à induire une réponse correcte. Ainsi la discussion des enseignants avec les élèves conduit à l'explication de l'empêchement du passage de la lumière à cause de l'interposition d'un objet non-transparent dans la trajectoire des rayons lumineux. L'ombre comme entité physique est alors associé à un obstacle à la propagation sans entrave de la lumière. Les échanges entre l'enseignant et les élèves déstabilisent l'argumentation centrée exclusivement sur les ombres, les objets opaques ou la lumière. Une telle approche didactique permettre aux élèves de se représenter l'ombre comme une entité physique dont l'existence dépend de l'absence ou de l'empêchement de la lumière et non pas comme un objet ayant une existence autonome.

(2) Une deuxième classe de difficultés marquées a une nature technique. Par exemple, les enseignants soulignent souvent que les séances consacrés à la détermination des ombres sont assez longues. Dans chacune de ces séances la méthode utilisée pour identifier et/ou mesurer les ombres varie. La mesure de la longueur de l'ombre est remplacée par une mesure indirecte comparative. Surtout pour les enfants d'enseignement préscolaire on compare les ombres dans une échelle du type « plus grande – plus petite ». La nécessité d'opérer avec les ombres sans certaines mesures classiques quantitatives requiert une grande habileté.

Dans le cas de l'ombre dans l'espace, les difficultés expérimentales ne viennent plus obscurcir le but de la manipulation : identifier un champ ombragé par différents petits expériences et vérifier la comptabilité des résultats. La manipulation supplémentaire a motivé les élèves, et ensuite dans la détermination du champ ombragé, la mesure de l'ombre n'était plus escamotée, mais la précision des résultats était améliorée. De plus les élèves ont presque tous réalisé dans le même temps deux fois plus de mesures d'ombres différentes, ou accompli des déterminations de la place des ombres dans la même séance.

Le rôle des descriptions était également très intéressant. La description d'une expérience oblige l'élève à éliminer un grand nombre d'observations qui ne présentent aucun intérêt pour l'interprétation et qu'ils doivent éliminer. L'étude des descriptions a montré différents aspects qui retiennent l'attention des élèves comme la taille des éléments utilisés, les objets et les dispositifs délicats à manipuler, ou dans d'autres cas d'enseignement les appareils fragiles, couteux ou insolites.

#### **4. Discussion**

Dans cet article on a présenté certaines réflexions et un exemple détaillé sur les difficultés du démarche expérimental dans de l'éducation scientifique, en croyant qu'un objectif de

l'enseignement scientifique c'est de prendre en compte la relation entre pratique et théorie, et le fonctionnement du savoir appliqué. Les deux exemples, d'activités didactiques sur la formations des ombres, proposés permettent de mettre en évidence quelques aspects généraux.

Tout d'abord, les difficultés qui surgissent dans l'approche d'une expérience sont multiples et d'une grande variété. Parmi eux, certains sont d'ordre conceptuel et d'autres ont un caractère technico-expérimental. Les premières difficultés prennent parfois la forme d'une barrière cognitive et parfois d'une orientation épistémologique. Dans ces cas, il est nécessaire de mobiliser des connaissances qui dépassent et complètent le processus expérimental, comme par exemple à partir de la psychologie cognitive ou de l'histoire des sciences. Les difficultés techniques dans le contexte de la démarche expérimentale méritent un effort systématique. Certaines fois il suffit "un grain de poussière" pour faire avancer une expérimentation qui trouve des obstacles de ce type diverses.

Souvent les outils très simples permettent de franchir les obstacles quand ils se présentent. En fait les outils proposés en aidant l'élève, mais en lui demandant d'intérioriser le travail requis s'avèrent avoir une portée générale qui se transfère aux autres expériences. Ainsi les outils proposés ici, y compris la simulation numérique, ont été toujours très localisés aux difficultés, mais pour résoudre certains problèmes, des instruments de portée beaucoup plus générale sont nécessaires.

Enfin en comparant les données des procédures d'enseignement entre les élèves d'âges différents, on peut conclure que plus l'enfant est jeune, plus d'enseignement expérimental doit être de grande qualité, même si il n'est que partiel et limité, comme le propose un courant nouveau de recherche en didactique des sciences formulé comme approche par construction des modèles précurseurs (Ravanis, 2020).

En tout cas, dans l'avancement actuel d'une orientation de la recherche sur les difficultés du démarche expérimental dans de l'éducation scientifique, notre but est de préciser les grandes questions afin de pouvoir proposer des critères d'analyse qui nous donneront la possibilité de schématiser les échanges entre enseignants et élèves, les informations sur l'utilisations des outils d'enseignement expérimentale et leurs argumentations relatives mais aussi d'influencer la formation des enseignants (Arun, 2017, 2018; Castro, 2018).

### **Conflict of Interest Statement**

The author has no conflict of interest to declare. I have seen and agree with the contents of the manuscript and there is no financial interest to report. I certify that the submission is our original work and is not under review at any other publication.

### **About the Author**

Dimitri Nertivich is a researcher and teacher in primary education in the Russian Federation. He got his Master's degree in Educational Sciences from Université de Provence and is an external researcher associated with the University of Patras. Her research areas are Early Childhood Education, Primary Education, Pedagogy and Science Education and Teacher training.

## Références

- Anceaux, F. & Sockeel, P. (2006). Mise en place d'une méthodologie expérimentale : hypothèses et variables. *Recherche en soins infirmiers*, 84(1), 66-83.
- Andre, T., & Ding, P. (1991). Student misconceptions, declarative knowledge, stimulus conditions, and problem solving in basic electricity. *Contemporary Educational Psychology*, 16, 303-313.
- Arun, Z. (2017). Formation des enseignants et recherche en didactique des sciences. *European Journal of Education Studies*, 3(9), 206-216.
- Arun, Z. (2018). Questions sur la formation initiale des enseignants en didactique des sciences: une vision alternative. *European Journal of Alternative Education Studies*, 3(1), 44-53.
- Beaugrand, J. P. (1988). Démarche scientifique et cycle de la recherche. In M. Robert (Éd.), *Fondements et étapes de la recherche scientifique en psychologie* (pp. 1-36). Québec: Edisem.
- Boilevin, J.-M., & Ravanis, K. (2007). L'éducation scientifique et technologique à l'école obligatoire face à la désaffection: recherches en didactique, dispositifs et références. *Skholê*, HS(1), 5-11.
- Boumghar, S., Kendil, D., Ghedjghoudj, S., & Lounis, A. (2012). Enseignement-apprentissage du concept "force" et persistance des difficultés : Quelle influence mathématique ? *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(2), 63-81.
- Bouzazi, R. (2019). Conceptions de la respiration chez des élèves tunisiens du cycle préparatoire et du cycle secondaire de l'enseignement. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 6(2), 114-126.
- Cariou, J.-Y. (2007). *Faire vivre des démarches expérimentales*. Paris: Delagrave.
- Castro, D. (2013). Light mental representations of 11-12 year old students. *Journal of Social Science Research*, 2(1), 35-39.
- Castro, D. (2018). Schèmes et trajectoires pour la formation des enseignants des sciences. *European Journal of Education Studies*, 4(3), 260-269.
- Delclaux, M., & Saltiel, E. (2013). Caractéristiques d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation et évaluation de dispositifs d'accompagnement des enseignants. *Review of Science, Mathematics & ICT Education*, 7(2), 35-51.
- 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.
- Duverney, D. (2003). Réflexions sur la désaffection pour les études scientifiques. *La Gazette des Mathématiciens*, 95, 83-101.
- Esgalhado, A., & Rebordao, J. (1987). À propos de modèles spontanées de phénomènes liés à la lumière. In A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Actes des IXèmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique* (pp. 303-308). Chamonix.
- Fragkiadaki, G. & Ravanis, K. (2015). Preschool children's mental representations of clouds. *Journal of Baltic Science Education*, 14(2), 267-274.



- Fredette, N., & Lockhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *Physics Teacher*, 18, 194-198.
- Giot, B., & Quittre, V. (2006). *Les activités scientifiques en classes de 3e et 4e années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis*. Service général du pilotage du système éducatif, Belgique.
- Goris, T., & Dyrenfurth, M. (2013). How accurately grades represent knowledge? Electricity understanding of engineering technology freshman, sophomore, and senior students. *International Journal of Engineering Research & Innovation*, 5(1), 68-75.
- Gratian, M., Mateu, I., Morvan, M., & Morvan, Y. (2005). *J'apprends les Sciences par l'expérience*. Paris: Belin.
- 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.
- Kada, V. & Ravanis, K. (2016). Creating a simple electric circuit with children between the ages of five and six. *South African Journal of Education*, 36(2), 1-9.
- Kaliampos, G., & Ravanis, K. (2019). Thermal conduction in metals: mental representations in 5-6 years old children's thinking. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika 'Al-BiRuNi'*, 8(1), 1-9.
- 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.
- Nertivich, D. (2018). Concepts thermiques de base chez les élèves de 17 ans. *European Journal of Education Studies*, 4(2), 145-154.
- 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.
- Pathare, S. R., & Pradhan, H. C. (2010). Students' misconceptions about heat transfer mechanisms and elementary kinetic theory. *Physics Education*, 45(5), 629-634.
- Ravanis, K. (1996). Stratégies d'interventions didactiques pour l'initiation des enfants de l'école maternelle en sciences physiques. *Revue de Recherches en Éducation: Spirale*, 17, 161-176.
- 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. (2017). Early Childhood Science Education: state of the art and perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 16(3), 284-288.
- 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. Zacharos, K. & Vellopoulou, A. (2010). The formation of shadows: the case of the position of a light source in relevance to the shadow. *Acta Didactica Napocensia*, 3(3), 1-6.
- Resta-Schweitzer M., & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science, Mathematics & ICT Education*, 1(1), 63-82.
- Rodriguez, D. (2019). Interactions didactiques en sciences physiques. Une stratégie pour l'enfant d'âge préscolaire. *European Journal of Alternative Education Studies*, 4(2), 89-102.
- Rodriguez, J., & Castro, D. (2014). Children's ideas of changes in the state of matter: solid and liquid salt. *Journal of Advances in Humanities*, 1(1), 1-6.
- 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.
- Sotirova, E.-M. (2020). Réflexions sur les objectifs de l'éducation scientifique. *European Journal of Education Studies*, 7(2), 172-180.
- Syuhendri, S. (2017). A learning process based on conceptual change approach to foster conceptual change in Newtonian mechanics. *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 228-240.
- Tavernier, R. (1995). *Sciences et technologie*. Paris: Bordas.
- Timostsuk, I., & Normak, M. (2008). Support for the development of professionalism for student teachers in early teacher training. *Problems of Education in the 21st Century*, 6, 184-194.
- 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.
- Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138.

Creative Commons licensing terms

Author(s) will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this license, no permission is required from the author(s) or publisher for members of the community to copy, distribute, transmit or adapt the article content, providing a proper, prominent and unambiguous attribution to the authors in a manner that makes clear that the materials are being reused under permission of a Creative Commons License. Views, opinions and conclusions expressed in this research article are views, opinions and conclusions of the author(s). Open Access Publishing Group and European Journal of Education Studies shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflicts of interest, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated into the research work. All the published works are meeting the Open Access Publishing requirements and can be freely accessed, shared, modified, distributed and used in educational, commercial and non-commercial purposes under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).