



## L'ANALYSE DIDACTIQUE À L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE : DESCRIPTIONS ET PERSPECTIVES<sup>i</sup>

**David Castro<sup>ii</sup>**

MSc, Enseignant, Chercheur,  
Enseignement Primaire,  
Canada

### Résumé :

Dans cet article, nous essayons de présenter la nécessité de l'analyse didactique en tant que processus de développement des activités d'enseignement. Après avoir défini les limites générales de ce concept-cadre, nous tentons de développer une argumentation en faveur de la nécessité de ce type d'analyse. Deux exemples typiques d'analyse sur les questions d'enseignement et d'apprentissage de la physique sont également donnés et les questions et perspectives ouvertes sont discutées.

**Mots-clés :** analyse didactique, apprentissage, enseignement, sciences physiques.

### Abstract:

In this article, we attempt to present the need for didactic analysis as a process for developing teaching activities. After defining the general limits of this framework concept, we attempt to develop an argument in favour of the need for this type of analysis. Two typical examples of analysis on physics teaching and learning issues are also given and open questions and perspectives are discussed.

**Keywords:** didactic analysis, learning, teaching, physical sciences.

### 1. Introduction

La didactique des sciences physiques a connu les dernières décennies un développement croissant. Toutefois l'utilisation des recherches en didactique dans des situations réelles d'apprentissage s'avère être limitée et ne pas correspondre aux besoins réels de l'enseignement dans l'éducation. Les raisons de ce décalage doivent être recherchées dans au moins deux directions différentes : aux décisions politiques qui ne reflètent pas une volonté de mettre la recherche en contact avec la pratique de l'enseignement et une analyse insuffisante ou inexistante des résultats de la recherche à l'appui de la formation des enseignants et de l'enseignement. Dans le premier axe, qui concerne les

---

<sup>i</sup> DIDACTIC ANALYSIS IN SCIENCE TEACHING: DESCRIPTIONS AND PERSPECTIVES

<sup>ii</sup> Correspondence: email [castro.david2@gmail.com](mailto:castro.david2@gmail.com)

décisions politiques, le monde de la recherche et de l'enseignement a des possibilités d'intervention très limitées et indirectes. Au niveau international, les responsables gouvernementaux et institutionnels de l'élaboration des politiques éducatives ne semblent pas déterminés à utiliser les données de la recherche pour éclairer ces politiques. Dans le deuxième axe, au contraire, l'évolution des approches vers des situations réelles de classe ou de laboratoire offre la possibilité d'une orientation spécifique de la recherche. Par exemple, dans l'apprentissage de la physique ou la chimie, où les élèves doivent très souvent élaborer la représentation de la situation simultanément à la construction des concepts qu'ils doivent utiliser, l'analyse de la situation didactique peut jouer un rôle déterminant dans la compréhension de ce qui se passe exactement pendant le développement des activités. Or, dans ce domaine particulier les environnements interactifs ou transmissifs proposés ne s'appuient que très rarement sur l'analyse didactique de la situation d'enseignement. En outre, lorsqu'elle intervient, l'analyse didactique se situe généralement avant ou après la réalisation des interventions didactiques dans les classes (Kokologiannaki & Ravanis, 2013 ; Mabejane, 2015, 2016 ; Sotirova, 2017, 2020 ; Zacharos et al. 2011). Ainsi les procédures didactiques qui conjuguent effectivement l'analyse didactique sont rares.

Objectif de cet article sera de présenter dans cette dernière perspective un cadre d'analyse pour différentes réalisations efficaces pour l'enseignement des phénomènes physiques à différents niveaux scolaires. Il s'agit d'une synthèse qui choisit l'étude et l'analyse de situations d'enseignement qui, d'une part, mettent en évidence des changements dans le niveau de compréhension des phénomènes et, d'autre part, tentent d'expliquer ces changements. En effet, d'un côté l'analyse de la situation didactique doit nous permettre de définir les connaissances qui peuvent être transmises et celles que l'élève doit reconstruire. D'un autre côté la tentative d'interprétation des changements doit pouvoir nous fournir les moyens nécessaires à la transmission ou à la construction de ces connaissances. C'est dans cette double perspective que pourront être précisées les fonctions que peut jouer l'analyse des situations didactiques (Hoang, 2022 ; Grigorovitch, 2018 ; Petrovici, 2008 ; Piscitelli, et al., 1999 ; Ravanis, 2022).

Cette analyse peut apporter un soutien intéressant dans la construction d'une situation d'apprentissage ou de résolution de problèmes, dans la présentation des nouvelles connaissances aux élèves et dans la construction par l'élève des connaissances abstraits. En ce sens, ce que nous appelons dans cet article « analyse didactique » n'est pas un outil spécifique, mais un cadre dans lequel sont incluses une série de perspectives et de tentatives d'analyse de situations didactiques basées sur des preuves provenant de différents courants de recherche en didactique, comme par exemple, la théorie de l'action conjointe en didactique (Abdeli et al., 2023) ou l'approche de la construction des modèles précurseurs (Ravanis, 2020 ; Ravanis & Boilevin, 2022).

La présentation s'appuiera sur une série d'expérimentations réalisées dans les domaines de la chaleur et température et de l'optique géométrique pour l'école maternelle et primaire. Les situations d'enseignements ont été développées dans certains environnements interactifs qui intégrait de manière planifiée les résultats des analyses didactiques.

## 2. Vers une analyse didactique

Une analyse didactique étudie le processus de transmission et d'appropriation des connaissances spécifiques et les caractéristiques des situations dans lesquelles ce processus est mis en jeu. Ainsi, elle est susceptible de déterminer le savoir à enseigner ou vraiment enseigné mis en jeu dans une situation donnée. Une telle approche distingue le savoir à enseigner ou enseigné défini par la réalité des pratiques d'enseignement, du savoir scientifique produit par les experts dans des contextes de recherche et d'encadrement complètement différents. Par conséquent, l'approche des connaissances mises en jeu dans la classe ne peut se mener indépendamment de l'étude des conditions qui règlent cette procédure. Elle nous fournit ainsi un moyen de définir les fonctions que ces différentes connaissances sont amenées à remplir selon les situations. Fonction d'outil ou d'objet pour apprendre, contrôler un résultat, répondre à une question, valider une hypothèse, réaliser un dispositif etc.

Ce type d'analyse didactique permet de définir les connaissances qui peuvent être transmises, celles que l'élève doit construire ou réorganiser et aussi le parcours à suivre et ses points clés. Par exemple, à l'enseignement de l'astronomie on peut s'intéresser à la description qualitative d'une situation comme la compréhension de la forme de la terre (Kampeza & Ravanis, 2012), ou à la formalisation de cette situation dans les conditions de l'alphabétisation visuelle et numérique en astronomie basée sur l'investigation ouverte (Susilawati, 2024) ou encore combiner ces deux aspects. Dans chacun des cas, même si des connaissances sont communes, les fonctions qu'elles remplissent sont différentes. Par conséquent, les analyses didactiques qui garantissent que les applications sont soutenues, à la fois en termes de transmission et en termes d'aide à l'apprenant pour construire sa propre activité, sont tout aussi importantes. Ainsi, dans notre exemple, les analyses didactiques choisies dans chacune des deux premières situations ne peuvent se transférer dans la troisième, c'est-à-dire l'éventuelle manœuvre simultanée des deux situations, uniquement sur la base d'une combinaison cumulative. Dans chaque cas le choix opéré dépend de la pertinence de l'analyse particulière de la situation que l'on peut faire.

D'un autre côté, les recherches contemporaines en psychologie éducative, développemental, génétique et cognitive rejoignent le point de vue didactique. En effet, elles se détournent de plus en plus de théories générales qui mettent l'accent sur les structures et supposent un développement normatif et linéaire, pour étudier des modèles locaux de fonctionnement cognitif d'élèves engagés dans telles ou telles activités didactiques. Elles s'accordent ainsi une importance particulière aux caractéristiques des situations dans lesquelles les procédures et les fonctionnements cognitifs s'élaborent et s'exercent. Dans cette perspective il importe de pouvoir mener, à l'instar des psychologues du travail, une analyse de la tâche ou/et une analyse de l'activité. La première rend compte des contraintes de réalisation des contenus et du but prescrit tandis que la seconde décrit les moyens et les stratégies utilisés par les sujets. Cette distinction sera illustrée à travers la mise au point d'une tâche de détection des difficultés des élèves.

Si l'analyse de la tâche et celle de l'activité se mènent dans un rapport didactique, elles ne sont en aucun cas réductibles l'une à l'autre. Cette distinction permet d'éviter l'écueil d'une confusion didactique et pédagogique courante entre le but prescrit et le but effectivement poursuivi par l'élève. Ceci débouche sur un problème théorique de taille : la dévolution de la situation à l'élève et le rôle des outils dans cette dévolution, selon la représentation que l'élève se fait de cette situation.

### **3. Deux exemples dans le domaine des phénomènes thermiques et optiques**

Le fait d'avoir mis l'enseignement scientifique à la base d'une telle analyse dans l'école maternelle ou l'école primaire amène à certaines conséquences dont il est nécessaire d'approfondir les aspects didactiques et psychopédagogiques. Nous donnerons ensuite deux exemples typiques d'études dans lesquelles l'analyse didactique a fourni des preuves solides permettant d'élaborer des interventions pédagogiques efficaces.

La première approche des sciences physiques et naturelles a lieu à l'école maternelle. Depuis de nombreuses années, dans presque tous les systèmes éducatifs, il existe des telles sections, soit de manière autonome, soit dans le cadre de l'étude de l'environnement. Un point important mis en évidence dans la littérature adéquate est que la tentative de créer et de développer des activités pertinentes dans les classes est souvent dépourvue de règles, basée uniquement sur l'expérience et ne constitue pas une intervention pédagogique efficace (Chauvel & Michel, 1990 ; Halimi, 1982; Harlan, 1976 ; Hibon, 1996; Hildebrand, 1981). Au contraire, il existe des systématisations qui se basent sur l'analyse des différents aspects du processus d'enseignement ou de formation des enseignants et se concentrent sur les points qui permettent une efficacité maximale (Arun, 2017, 2018, 2019 ; Ravanis, 2021 ; Rodriguez, 2019).

La question de la lumière comme entité dans l'espace et de la formation des ombres est un sujet très populaire dans de nombreux programmes d'études et dans les manuels contenant des suggestions d'activités d'enseignement. Dans un petit cercle de recherches liées à l'approche de la lumière et de la formation des ombres à l'école maternelle et le primaire ou secondaire et au développement d'activités correspondantes, une tentative a été faite pour identifier les obstacles à la réflexion des enfants (Castro, 2013, 2019 ; Grigorovitch, 2015 ; Impedovo et al., 2017 ; Ravanis, 1998 ; Rodriguez & Castro, 2020 ; Voutsinos, 2013). Ainsi, l'analyse didactique des situations possibles part d'une perspective qui privilégie les difficultés des jeunes apprenants par rapport aux objets à enseigner. En suivant et en analysant l'évolution de ces enquêtes, nous pouvons identifier les points où les étudiants se heurtent à des obstacles véritablement insurmontables. Par exemple, il est extrêmement difficile d'identifier la lumière comme une entité autonome dans l'espace entre les sources lumineuses et les obstacles opaques. D'autre part, la formation des ombres nécessite la reconnaissance de l'obstruction de la lumière par des objets opaques et l'émergence de cette obstruction comme mécanisme principal de l'apparition de l'ombre (Castro, 2018 ; Grigorovitch, 2014 ; Ravanis et al., 2005 ; Rodriguez & Castro, 2016). Ces conclusions et les résultats de la recherche conduisent à une analyse didactique qui permet à la fois d'identifier les

questions d'apprentissage critiques et d'organiser les priorités. En effet, par exemple, l'analyse qui met en évidence la nécessité de reconnaître la lumière comme une entité autonome pour l'approche de la formation de l'ombre, semble être une condition nécessaire et suffisante pour l'organisation d'activités d'enseignement efficaces.

Dans le domaine des concepts et des phénomènes thermiques, la question de l'analyse didactique des prérequis pour l'enseignement maternel, primaire ou secondaire s'est concentrée sur la recherche de matériaux, d'outils et de dispositifs expérimentaux appropriés (Kaliampou & Ravanis, 2018 ; Ravanis, 2013 ; Tin 2019, 2022). En effet, par exemple, dans un sujet d'étude classique tel que les changements d'état de la matière, l'accent est généralement mis sur les processus expérimentaux liés à l'eau dans des situations quotidiennes (ébullition et évaporation de l'eau, congélation dans les réfrigérateurs, liquéfaction de la glace dans différentes conditions, etc.) Cependant, comme l'ont montré plusieurs études, même avec des enfants beaucoup plus âgés, l'utilisation de matériel exclusivement familier se réfère à des expériences quotidiennes et crée des difficultés pour généraliser les données expérimentales et, par conséquent, pour passer des phénomènes aux concepts correspondants (Nertivich, 2018 ; Tin 2018, 2024).

Par conséquent, une attention particulière a été accordée au choix des procédures expérimentales avec lesquelles les étudiants n'étaient pas familiers. Par exemple, la propagation de la chaleur le long d'un bâton complètement neutre ou les prévisions de chauffage continu à haute température d'une substance que nous n'avons pas l'habitude de chauffer, comme le sel, créent une sorte de perturbation créative dans l'esprit des enfants, qui deviennent actifs et cherchent des solutions. Ici, l'analyse didactique a mis l'accent sur les matériaux et les dispositifs expérimentaux utilisés, en liaison, bien sûr, avec la manière dont les enfants se représentent dans leur esprit les situations particulières qu'on leur demande d'étudier et de comprendre. Les données de ces études ont montré que la conception d'interventions pédagogiques efficaces sur les questions d'approche des phénomènes et des concepts thermiques est d'un intérêt nouveau.

#### **4. Discussion**

L'analyse didactique représente un cadre interdisciplinaire qui trouve ses origines dans les travaux classiques de la psychologie et de la didactique. Également, elle est un outil puissant dont il faut pouvoir contrôler et préciser les fonctions qu'ils assurent dans l'apprentissage et l'enseignement. Ces dernières peuvent être définies, pour une part, par l'approche didactique et dépendent, pour un autre part, de la pertinence de l'analyse des tâches proposées et de l'analyse des activités qui y sont associées (Franse, 2008 ; Kumar & Nertivich, 2019). L'étude de ces fonctions suppose qu'une recherche fondamentale de terrain soit menée. Cet effort suppose également que cette recherche soit à la fois interdisciplinaire et fondée sur une validation expérimentale des prototypes sur le terrain. Cette perspective permettrait notamment de dégager et de préciser les conditions d'utilisation de cette technologie éducative.

Cette présentation ouvre peut-être plus de questions qu'elle n'apporte de réponses. Elle témoignerait ainsi du fait que l'analyse didactique s'est développée sur la base d'une étude des différents facteurs qui contribuent à la création de situations pédagogiques (Flewitt, 2020 ; Hoang, 2019 ; Ravanis et al., 2021). De ce point de vue, l'analyse didactique de ces situations serait un moyen susceptible de garantir une meilleure intégration de tout support, comme les technologies numériques modernes, dans la pratique enseignante. Nous disposerions ainsi d'un moyen susceptible de répondre à l'intérêt des professionnels de la formation à l'égard des résultats de ce type de recherche.

### Déclaration de conflit d'intérêts

L'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêts.

### À propos de l'auteur

David Castro est chercheur et enseignant dans l'enseignement primaire au Canada. Ses domaines de recherche sont l'éducation scientifique de la petite enfance, les pratiques didactiques, la formation des enseignants en sciences physiques.

### Références

- Abdelli, A., Ben Jemaa, A., Guettari, M., & Kerkeni Boulabiar, A. (2023). Étude de pratiques ordinaires : le cas de l'enseignement de l'acoustique à l'université. *Mediterranean Journal of Education*, 3(2), 290-297. <https://doi.org/10.26220/mje.4641>
- Arun, Z. (2017). Formation des enseignants et recherche en didactique des sciences. *European Journal of Education Studies*, 3(9), 206-216. <https://doi.org/10.5281/zenodo.852542>
- 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1185434>
- Arun, Z. (2019). Le passage des sciences physiques et naturelles à leur didactique : réflexions sur un cadre pour la formation des enseignants. *European Journal of Education Studies*, 6(2), 50-60. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2669525>
- Castro, D. (2013). Light mental representations of 11-12 year old students. *Journal of Social Science Research*, 2(1), 35-39. <http://dx.doi.org/10.24297/jssr.v1i1.3055>
- 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. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1220417>
- 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3475551>
- Chauvel, C., & Michel, V. (1990). *Les sciences dès la maternelle*. Paris : Retz.

- Flewitt, R. (2020). The competent child: valuing all young children as knowledgeable commentators on their own lives. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 14(2), 9-24. <https://doi.org/10.26220/rev.3369>
- Franse, R. (2008). *Science is Primary. Onderzoeken en ontwerpen in groep 1 en 2*. Nationaal Centrum voor Wetenschap en Technologie: Hands-on, Brains-on. Te verkrijgen via R. F ranse, science center NEMO.
- 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. <http://dx.doi.org/10.24297/jns.v1i1.5037>
- Grigorovitch, A. (2015). La formation des ombres : représentations mentales des élèves de 7-9 ans. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 2(2), 102-109. <https://doi.org/10.26220/une.3298>
- Grigorovitch, A. (2018). Enseignement des sciences par projet et didactique : éléments théoriques pour une coordination. *European Journal of Education Studies*, 4(1), 174-183. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1158759>
- Halimi, L. (1982) *Découvrons et expérimentons*. Paris: Nathan. Retrieved from [https://books.google.ro/books/about/D%C3%A9couvrons\\_et\\_exp%C3%A9rimentons.html?id=PgJjPQAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.ro/books/about/D%C3%A9couvrons_et_exp%C3%A9rimentons.html?id=PgJjPQAACAAJ&redir_esc=y)
- Harlan, J. (1976). *Science experiences for the early childhood years*. Columbus Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co. Retrieved from <https://www.abebooks.com/9780023501708/Science-Experiences-Early-Childhood-Years-0023501707/plp>
- Hibon, M. (1996). *La Physique est un jeu d'enfant*. Paris : A.Colin.
- Hildebrand, V. (1981). *Introduction to Early Childhood Education*. New York : Macmillan Publishing Co. Retrieved from [https://books.google.ro/books/about/Introduction\\_to\\_Early\\_Childhood\\_Educatio.html?id=x26basp9OIAAC&redir\\_esc=y](https://books.google.ro/books/about/Introduction_to_Early_Childhood_Educatio.html?id=x26basp9OIAAC&redir_esc=y)
- Hoang, V. (2019). L'enseignement de la physique à partir des représentations : un projet collaboratif. *European Journal of Education Studies*, 6(9), 306-315. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3595417>
- Hoang, V. (2022). Recherche et développement d'activités scientifiques pour la petite enfance. *European Journal of Alternative Education Studies*, 7(1), 114-123. <http://dx.doi.org/10.46827/ejae.v7i1.4299>
- Impedovo, M. A., Delsérieys-Pedregosa, A., Jégou, C. & Ravanis, K. (2017). Shadow formation at preschool from a socio-materiality perspective. *Research in Science Education*, 47(3), 579-601. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-016-9518-x>
- Kaliampou, 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. Retrieved from <https://hal.science/hal-02568333v1/document>
- Kampeza, M., & Ravanis, K. (2012). Children's understanding of the earth's shape: an instructional approach in early education. *Skholê*, 17, 115-120. Retrieved from



- [https://www.researchgate.net/publication/236256493\\_Kampeza\\_M\\_Ravanis\\_K\\_2012\\_Children's\\_understanding\\_of\\_the\\_earth's\\_shape\\_an\\_instructional\\_approach\\_in\\_early\\_education\\_Skhole\\_17\\_115-120](https://www.researchgate.net/publication/236256493_Kampeza_M_Ravanis_K_2012_Children's_understanding_of_the_earth's_shape_an_instructional_approach_in_early_education_Skhole_17_115-120)
- Kokologiannaki, V., & Ravanis, K. (2013). Greek sixth graders mental representations of the mechanism of vision. *New Educational Review*, 33(3), 167-184. Retrieved from <https://czasopisma.marszalek.com.pl/images/pliki/tner/201303/tner3314.pdf>
- Kumar, S. & Nertivich, D. (2019). Science in society awareness among Indian and Russian students: emotional aspects. *European Journal of Social Sciences Studies*, 4(2), 1-14. Retrieved from <https://doi.org/10.5281/zenodo.2586864>
- Mabejane, M. R. (2015). Science teacher training within the education system in Lesotho and the realities on the ground. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 2(2), 70-83. <https://doi.org/10.26220/une.2245>
- 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.
- Nertivich, D. (2018). Concepts thermiques de base chez les élèves de 17 ans. *European Journal of Education Studies*, 4(2), 145-154. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1173163>
- Petrovici, C. (2008). Résultats d'une enquête sur les compétences et les rôles essentiels des instituteurs. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 2(1/2), 97-109. <https://doi.org/10.26220/rev.115>
- Piscitelli, B., McArdle, F., & Weier, K. (1999). *Beyond "look and learn": Investigating, implementing and evaluating interactive learning strategies for young children in museums*. Final Report, QUT-Industry Research Project. Brisbane, Australia: Centre for Applied Studies in Early Childhood, Queensland University of Technology.
- 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. (2013). Mental representations and obstacles in 10–11-year-old children's thought concerning the melting and coagulation of solid substances in everyday life. *Preschool and Primary Education*, 1(1), 130-137. Retrieved from <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/education/article/view/1814/1797>
- Ravanis, K. (2020). Precursor models of the Physical Sciences in Early Childhood Education students' thinking. *Science Education Research and Praxis*, 76, 24-31. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/345693326\\_Ravanis\\_K\\_2020\\_Precursor\\_models\\_of\\_the\\_Physical\\_Sciences\\_in\\_Early\\_Childhood\\_Education\\_students'\\_thinking\\_Science\\_Education\\_Research\\_and\\_Praxis\\_76\\_24-31](https://www.researchgate.net/publication/345693326_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. (2021). The Physical Sciences in Early Childhood Education: theoretical frameworks, strategies and activities. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796, 012092. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1796/1/012092/meta>



- Ravanis, K. (2022). Research trends and development perspectives in Early Childhood Science Education: an overview. *Education Sciences*, 12(7), 456. <https://doi.org/10.3390/educsci12070456>
- Ravanis, K., & Boilevin, J.-M. (2022). What use is a Precursor Model in early Science teaching and learning? Didactic perspectives. In J.-M. Boilevin, A. Delsérieys & K. Ravanis (Eds.), *Precursor Models for teaching and learning Science during early childhood* (pp. 33-49). Springer. Retrieved from <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-08158-3>
- Ravanis, K., Kaliaspos, G., & Pantidos, P. (2021). Preschool children science mental representations: the sound in space. *Education Sciences*, 11(5), 242. <https://doi.org/10.3390/educsci11050242>
- 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. Retrieved from [https://www.persee.fr/doc/spira\\_0994-3722\\_2005\\_num\\_36\\_1\\_1327](https://www.persee.fr/doc/spira_0994-3722_2005_num_36_1_1327)
- 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3518017>
- 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. Retrieved from <https://hal.science/hal-02488588/document>
- 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. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Quality-Improvement-in-Teaching-and-Learning-in-a-Rodr%C3%ADguez-Castro/5fcab4512e91fb471271a32e38498f05b1db64b1>
- Sotirova, E.-M. (2017). L'apprentissage en sciences expérimentales : la recherche et l'enseignement. *European Journal of Education Studies*, 3(12), 188-198. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1117928>
- Sotirova, E.-M. (2020). Réflexions sur les objectifs de l'éducation scientifique. *European Journal of Education Studies*, 7(2), 172-180. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3726312>
- Susilawati, Kaniawati, I., Ramalis, T.R., Rusdiana, D., & Masturi (2024). Visual-digital literacy in open-ended inquiry based Astronomy observation labs and heaven view. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 14(3), 160-169. <https://doi.org/10.47750/pegegog.14.03.15%20>
- 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1252546>
- Tin, P. S. (2019). Un cadre méthodologique pour la démarche d'investigation : l'exemple du changement d'état de l'eau à l'âge de 8 ans. *European Journal of Education Studies*, 6(4), 1-12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3255125>

- Tin, P. S. (2022). Représentations mentales et obstacles dans la pensée des enfants de 6 et 11 ans sur la fusion de la glace. *European Journal of Education Studies*, 9(3), 130-139. <http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v9i3.4209>
- Tin, P. S. (2024). La chaleur et la température dans la pensée des élèves de 16 ans. *European Journal of Education Studies*, 11(6), 1-12. <http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v11i6.5322>
- Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Charilaos-Voutsinos-2/publication/271702047\\_Teaching\\_Optics\\_Light\\_Sources\\_and\\_Shadows/links/54cf89d60cf24601c093c811/Teaching-Optics-Light-Sources-and-Shadows.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Charilaos-Voutsinos-2/publication/271702047_Teaching_Optics_Light_Sources_and_Shadows/links/54cf89d60cf24601c093c811/Teaching-Optics-Light-Sources-and-Shadows.pdf)
- 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. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2011.623520>

Creative Commons licensing terms

Authors 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 Alternative Education Studies shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflict of interests, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated on 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/).