European Journal of Education Studies
ISSN: 2501 - 1111
ISSN-L: 2501 - 1111
Available online at: www.oapub.org/edu

DOI: 10.46827/ejes.v12i3.5847 Volume 12 | Issue 3 | 2025

CADRES ET PROCÉDURES POUR UN APPRENTISSAGE EFFICACE DES SCIENCES[i]

Charilaos Voutsinos[ii]
MSc Teacher-Researcher,
Primary Education,
Canada

Résumé :
Cet article présente et discute les aspects les plus importants de la question de l'approche de la connaissance des sciences physiques et naturelles à travers des procédures basées sur la proposition et la résolution des problèmes. Les questions ouvertes d'un contexte qui exige une planification plus large des processus d'enseignement, de la préparation et des pratiques des enseignants, mais aussi de la position, de l'initiative et de la perspective de l'implication des étudiants sont abordées. Cela met en évidence les points critiques de cette gamme d'approches et, en particulier, les différences par rapport aux cadres traditionnels de l'enseignement et les convergences avec le constructivisme, qui est le courant dominant dans l'apprentissage et l'enseignement des sciences physiques et naturelles.

Mots-clés : enseignement scientifique, éducation basée sur les problèmes, environnement éducatif, étudiants et enseignants

Abstract:
This article presents and discusses the most important aspects of the issue of approaching knowledge of the physical and natural sciences through procedures based on the proposal and resolution of problems. The open questions of a context that requires broader planning of teaching processes, teacher preparation and practice, but also the position, initiative and perspective of student involvement are addressed. This highlights the critical points of this range of approaches and, in particular, the differences from traditional frameworks of teaching and the convergences with constructivism, which is the dominant current in the learning and teaching of the physical and natural sciences.

Keywords: science education, problem-based education, educational environment, students and teachers

[i] FRAMEWORKS AND PROCEDURES FOR EFFECTIVE SCIENCE LEARNING
[ii] Correspondence: email charilaos.voutsinos@gmail.com

Copyright © The Author(s). All Rights Reserved.

1. Introduction

L'environnement d'apprentissage dans le processus éducatif, au-delà des paramètres matériels, a une dimension forte qui est l'espace intellectuel dans lequel nous sommes appelés à traiter avec les enfants la connaissance d'un certain domaine scientifique inclus dans le programme d'études. Ainsi, l'environnement d'apprentissage est un espace cognitif et affectif, fonctionnel et dynamique dans lequel l'apprentissage s'effectue à l'aide d'outils cognitifs tels que des stratégies, des méthodes et des choix tactiques, par le biais d'une communication bidirectionnelle et intentionnelle entre les enseignants et les étudiants. Cet espace dispose d'une structure solide mais flexible sur laquelle s'appuient le processus et la prestation de l'enseignement. Il comporte des composantes diverses et multidimensionnelles, dont les étudiants et les objets d'apprentissage sont les principaux, mais surtout les enseignants, dont le rôle est fort et important dans la régulation des processus, des interactions et de la création de conditions d'apprentissage efficaces.

Un environnement d'apprentissage productif et efficace n'est pas passif, inaccessible et complexe au point d'empêcher et de gêner la communication et la possibilité d'échanger et de construire du sens en commun. Cependant, dans le contexte de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences, il existe une certaine complexité qui doit être abordée de manière à mettre l'accent sur différents aspects liés à la matière spécifique de l'apprentissage dans chaque pays, comme la physique, la chimie, la biologie, etc., au niveau scolaire (préscolaire, primaire ou secondaire), au type d'établissement (général ou professionnel), dans les procédures didactiques qui se déroulent en classe ou en laboratoire (Ouarzeddine et al., 2023; Rodriguez, 2025; Sotirova, 2020). Comme il est logique, lorsqu'il s'agit d'aborder les idées fausses des élèves sur les concepts et les phénomènes en physique, cette question est très différente dans l'enseignement préscolaire, primaire et secondaire, tant au niveau des résultats de la détection et de l'identification des idées fausses (Ravanis, 2013; Tin, 2017, 2022; Zulkipli & Surat, 2022;) qu'au niveau des stratégies d'enseignement visant à les surmonter (Grigorovitch & Nertivich, 2017a; Ravanis, 1998; Tin, 2019). Par exemple, lorsque l'on aborde l'approche des concepts et des phénomènes en optique, les termes de la recherche sont différents : au niveau préscolaire, l'étude des difficultés des enfants avec des phénomènes fragmentaires élémentaires tels que les ombres domine (Grigorovitch, 2015; Ravanis et al., 2005), dans l'enseignement primaire et le début de l'enseignement secondaire, les idées des enfants sont recherchées dans un champ de phénomènes plus large (Castro, 2013; Grigorovitch, 2014; Hoang, 2020**;** Rodriguez & Castro, 2016), tandis que vers le fin de l'enseignement secondaire, nous atteignons le modèle ondulatoire et quantique (Otero & Arlego, 2023). De la même manière, lorsque nous discutons des activités d'enseignement de l'optique, nous utilisons dans l'éducation préscolaire des pratiques familières telles que l'activité corporelle et le jeu (Herakleioti & Pantidos, 2016; Impedovo et al., 2017), dans l'enseignement primaire et secondaire inférieur, l'explication et la description dans le cadre du modèle de l'optique géométrique (Grigorovitch & Nertivich, 2017b; Nertivich, 2016; Rodriguez & Castro, 2020) et dans l'enseignement

secondaire supérieur ou universitaire, tous les modèles développés historiquement pour la lumière sont utilisés (Kokologiannaki & Ravanis, 2013; Otero & Arlego, 2023).

La création, la structure et la fonction de l'environnement d'apprentissage découlent des principes pédagogiques qui constituent la base d'un enseignement et d'un apprentissage efficaces. Les principes pédagogiques présentent les règles d'organisation du travail d'enseignement avec des méthodes et des stratégies d'enseignement qui servent les objectifs d'apprentissage. Ainsi, sur la base de principes solides, l'environnement d'apprentissage est lié au transfert de connaissances, au développement de stratégies de réflexion et, en fin de compte, à l'autonomisation intellectuelle et cognitive de l'apprenant. Les étudiants sont des organismes flexibles et changeants, récepteurs d'informations et de stimuli divers, et l'éducation devrait favoriser leur capacité d'apprentissage et d'auto-apprentissage en sciences, de différenciation de l'information, d'assimilation des connaissances et d'appropriation des méthodes d'apprentissage (Rodriguez, 2018 ; Tin, 2016).

2. Vers un environnement d'apprentissage qui augmente les chances de réussite

L'environnement d'apprentissage, en particulier dans les sciences physiques, doit être cohérent et adapté aux tendances pédagogiques modernes. Par exemple, des tendances telles que "l'apprentissage est une activité sociale continue" ou "l'apprentissage est réalisé par des processus de construction de connaissances" doivent occuper une place importante dans l'équipement des mécanismes qui prennent des décisions en matière de politique éducative. Il va sans dire que les différents types d'apprentissage doivent être compatibles avec les tendances psychologiques, pédagogiques et éducatives actuelles qui mettent l'accent sur le passage d'environnements d'apprentissage propices au transfert de connaissances à des environnements dans lesquels existent différents modèles de construction de connaissances. Dans cette orientation, les objectifs d'apprentissage devraient conduire à des apprenants actifs et indépendants, tandis que les nouveaux styles d'apprentissage favorisent la coopération, la communication et l'interaction continue entre les enseignants et les élèves et entre les élèves eux-mêmes.

Dans un tel cadre d'idées qui place l'apprenant et son engagement actif dans l'apprentissage au centre, il semble que l'on reconnaisse la nécessité d'accroître l'utilisation de méthodes collaboratives, la pensée critique, la qualité de l'apprentissage, d'améliorer la perspective de l'exploration dans la nature ou dans le laboratoire scientifique de l'école, de développer des compétences métacognitives et d'évaluer les connaissances acquises (Arun, 2023; Ravanis, 2003 ; Voutsinos, 2017). Bien entendu, d'un point de vue épistémologique, tous ces termes, qui sont familiers dans les discussions pédagogiques générales, prennent des significations différentes, car les théories évoluent au fil des ans et leur signification aussi.

Dans tous les cas, il est très important de décrire certaines dimensions du travail pédagogique et didactique qui conduisent à l'autonomie de la pensée des élèves, c'est-à-dire à la fois l'appropriation des connaissances et des compétences des sciences naturelles, et les compétences qui permettent l'autorégulation cognitive. Un

environnement scolaire propice à une telle perspective devrait prendre en compte des facteurs tels que "l'expérience concrète", c'est-à-dire la possibilité pour les enfants d'utiliser l'expérience dans d'autres contextes, l'observation réflexive, c'est-à-dire l'observation et l'évaluation des expériences des autres, la "conceptualisation abstraite", c'est-à-dire la création de schémas théoriques pour expliquer leurs observations, "l'expérimentation active", c'est-à-dire l'utilisation des théories qu'ils ont créées pour résoudre des problèmes et généraliser certaines conclusions (Kolb, 1973).

La combinaison de ces quatre dimensions dans les questions d'apprentissage et donc d'enseignement des sciences physiques conduit à des approches différentes de la connaissance et c'est un fait qu'il est important de souligner. À un premier niveau, la formation d'une attitude active est nécessaire, qui tend à relier les représentations mentales, idées et perceptions personnelles aux connaissances acquises à l'école. Dans ce cadre, l'organisation des processus d'interaction, de travail en équipe et de coopération joue un rôle important (Grigorovitch, 2018; Ravanis & Boilevin, 2022; Rodriguez, 2019). À un deuxième niveau, il est particulièrement important que les nouvelles connaissances soient bien organisées et présentées d'une manière dont les étudiants n'ont aucune expérience (Education Council, 2015; Flewitt, 2020; Ravanis, 2020). Au troisième niveau, nous trouvons la nécessité de relier les nouvelles connaissances aux idées et représentations existantes, de les étendre à de nouveaux domaines d'application et de créer de nouvelles significations dans le cadre général des programmes, des manuels et des interactions pédagogiques (Kaliampos & Ravanis, 2019; Rodriguez & Castro, 2016).

Bien entendu, s'il s'agit d'éléments clés d'un apprentissage efficace, la responsabilité de créer des environnements efficaces et fonctionnels incombe en grande partie à l'enseignant. « Les enseignants doivent être conscients des idées préconçues que les élèves peuvent avoir et les aborder directement. Poser des questions ouvertes, encourager la discussion et la réflexion critique peut aider à révéler ces conceptions erronées. De plus, les enseignants doivent s’assurer qu’ils n’utilisent pas eux-mêmes des représentations erronées. Cette dernière observation est faite parce que dans la littérature, nous rencontrons souvent des problèmes d’incompréhension des enseignants eux-mêmes à cause de ses idées préconçues » (Sotirova, 2024, pp. 366-367). En outre, le défi que représente la création d'un environnement d'apprentissage dynamique implique certains facteurs que l'enseignant doit prendre en compte : l'infrastructure matérielle et technique de sa classe, le degré de difficulté des nouvelles connaissances, le niveau cognitif, les capacités d'apprentissage et les connaissances préalables des élèves, mais aussi les intérêts et les spécificités des enfants avec lesquels il travaille (Arun, 2017; Tin, 2018).

En tout cas, l'environnement moderne d'apprentissage et d'enseignement des sciences physiques repose sur deux facteurs importants :

1) La première concerne les représentations mentales ou les idées des élèves qui, de l'enfance à l'âge adulte, accompagnent les êtres humains dans la manière dont ils construisent le monde naturel par l'expérience.

2) La seconde concerne les processus d'interactions didactiques au cours desquels les enfants transforment leurs idées initiales sur les concepts et les phénomènes naturels.

Prenons un exemple concret, celui de l'approche des sciences physiques et naturelles pour les enfants de 3 à 8 ans. Ici, en raison des limites évidentes fixées par le niveau de développement des enfants, les éléments constitutifs des approches sont transparents et élémentaires. Dans cette perspective, un domaine scientifique appelé à un niveau international « Early Childhood Science Education » a été développé, basé sur la recherche d'une appropriation efficace des éléments de l'environnement naturel que les jeunes enfants rencontreront plus tard dans les cours de sciences à l'école.

Cependant, ces deux facteurs ne sont pas inertes et sont largement déterminés par d'autres facteurs tels que la favorisation systématique de l'interaction, la reconnaissance de la diversité et la dimension d'auto-organisation. Le fait d'être positif dans chaque interaction peut être un élément favorable qui peut renforcer les schémas cognitifs partagés, l'aide mutuelle dans la résolution des problèmes, les perspectives d'apprentissage partagées, etc. La reconnaissance de la diversité peut enseigner aux enfants, de manière implicite ou explicite, le respect des différents parcours d'apprentissage, le point de vue de "l'autre", la variété des voies pour résoudre les problèmes et la dynamique qu'elle confère au fait de vivre ensemble et de partager un parcours commun. L'auto-organisation permet à un ou plusieurs étudiants de prendre des initiatives importantes, de partager les rôles, de tester leurs options et leurs objectifs et d'avoir la possibilité d'examiner et de tester de nouveaux plans et de nouvelles pratiques.

3. Le développement et les différents aspects des environnements d'apprentissage par problèmes

Si l'on part du principe qu'un environnement d'apprentissage à fort potentiel d'efficacité est un environnement qui active les étudiants, soulignant l'importance de leur engagement actif dans l'apprentissage, il est souvent suggéré que cet objectif soit atteint dans des situations d'enseignement basées sur la résolution de problèmes (Cunningham & Cordeiro, 2003; Dean, 1999). Malgré les différences évidentes que l'on trouve dans ces situations, la caractéristique commune est que les étudiants sont confrontés à des projets authentiques et complexes à résoudre. En effet, les étudiants traitent le même matériel de cours, mais de manière différente, car ils sont invités à traiter différents problèmes liés à la vie quotidienne qui vont au-delà des problèmes typiques que nous posons à l'école. Cette perspective met l'accent sur la créativité, l'analyse des données et la compréhension des problèmes, le discernement des concepts et les efforts heuristiques. Il exige également des élèves qu'ils deviennent plus indépendants, qu'ils s'habituent à travailler ensemble et, finalement, qu'ils se fixent de nouveaux objectifs et trouvent de nouvelles solutions.

Ce changement conduit à un modèle dans lequel la connaissance n'est pas transférée mais activement construite. Cette hypothèse est tout à fait compatible avec les tendances modernes de la didactique des sciences physiques et naturelles et permet,

d'une part, un apprentissage autonome et, d'autre part, la création d'une base solide pour des connaissances bien structurées (Nertivich, 2018).

Cependant, malgré les avantages apparents, des problèmes et des difficultés ont été identifiés dans la mise en œuvre de l'apprentissage par problèmes. Des questions ouvertes telles que les capacités des enfants à tracer les voies appropriées pour faire face aux problèmes, à choisir des paramètres efficaces, à travailler de manière autonome, créent le besoin d'une vigilance accrue et d'une planification spéciale. Cela signifie qu'il est nécessaire de contrôler et de soutenir les processus d'apprentissage, avec des pratiques d'orientation appropriées aux moments critiques, afin de pouvoir servir le choix stratégique du travail autonome des enfants basé sur les problèmes, c'est-à-dire la perspective d'apprendre à apprendre. Dans l'application de l'apprentissage par problèmes, les élèves travaillent en petits groupes pour résoudre des situations bien conçues avec l'aide des enseignants. Ici, la contribution des enseignants est limitée afin d'encourager la participation active des étudiants, un choix compatible avec les conceptions constructivistes modernes de l'apprentissage. Toutefois, cela ne signifie pas que le rôle de l'enseignant est passif ou qu'il se contente de superviser le travail, mais qu'il est substantiel et bien planifié. Les enseignants devraient s'appuyer sur une compréhension des connaissances préalables des élèves, mais aussi sur l'analyse du problème avant l'enseignement, afin d'identifier les faiblesses des enfants et les interventions appropriées à des moments critiques du processus.

Une approche classique de ce type de processus d'enseignement a été formulée par Williams (1992). Dans cette approche, un schéma à sept niveaux est développé :

1) Le premier niveau exige une compréhension de tous les termes, données et questions.
2) Au deuxième, les conditions ont été établies pour définir le problème que nous allons résoudre.
3) L'analyse du problème, qui peut se faire par une discussion ouverte sur les connaissances préalables des élèves, constitue le troisième niveau de cette approche.
4) Le quatrième niveau est la synthèse des points de vue déjà exprimés au fur et à mesure qu'ils sont triés et évalués.
5) Ensuite, au cinquième niveau, les objectifs d'apprentissage sont définis.
6) Au sixième niveau, les élèves travaillent sur le problème, d'abord de manière autonome, puis en collaboration.
7) Enfin, les résultats du travail des enfants sont présentés et discutés.

L'organisation du processus d'enseignement dans cette structure et l'accompagnement continu de l'enseignant sont deux paramètres importants qui servent l'autonomie de l'enfant dans son approche systématique du monde des sciences physiques et naturelles. Bien entendu, quelle que soit la puissance du contexte, il faut des situations d'apprentissage qui motivent les étudiants à atteindre leurs propres objectifs pédagogiques, à être capables d'évaluer et de commenter les résultats de leurs actions et la qualité de ce qu'ils apprennent, ainsi que le processus lui-même.

Un tel environnement d'apprentissage, avec autant de modifications et d'adaptations possibles que nécessaire en raison de divers facteurs tels que l'âge des enfants, vise à changer les idées des élèves sur les concepts et les phénomènes scientifiques (Fragkiadaki & Ravanis, 2016). Si l'on considère cette question non pas du point de vue du processus d'enseignement mais du point de vue de l'élève, certains éléments clés doivent être mis en évidence : (a) la création de nouvelles connaissances basées sur leurs connaissances antérieures, qu'elles soient expérientielles ou dues aux connaissances scolaires des niveaux précédents, (b) l'encouragement d'une approche plus approfondie des problèmes et l'accent mis sur la construction active des connaissances, (c) l'accent mis sur le changement par le biais de processus d'apprentissage actif plutôt que sur le transfert d'informations.

Une autre caractéristique importante de ces choix méthodologiques est le contrôle des processus d'apprentissage. Cette intervention régulatrice des enseignants s'inscrit dans le contexte d'un soutien continu aux aspirations d'apprentissage des élèves, avec un retrait progressif simultané du contrôle et du soutien, une pratique qui conduit les élèves à l'autonomie et à l'apprentissage autorégulé. Ainsi, dans ce contexte complexe, l'apprentissage devient beaucoup plus efficace lorsque l'apprenant prend progressivement l'initiative et le contrôle du processus d'apprentissage, participe activement à la construction de nouvelles connaissances et a la capacité de communiquer dans un environnement d'apprentissage collaboratif.

4. Discussion

Le cadre que nous avons présenté contribue au développement d'une discussion sur l'apprentissage efficace en sciences physiques et naturelles. Les principales dimensions de cet effort sont la résolution des difficultés des enfants causées par les anciennes connaissances, la construction active de nouvelles connaissances, le renforcement de l'initiative des élèves et la gestion systématique et opportune par les enseignants. Dans une telle perspective, le contrôle de l'apprentissage est lié à l'organisation de l'environnement de la classe ou du laboratoire, à l'étude de la littérature pertinente et à la création de conditions qui permettront aux étudiants de travailler de manière créative sur la base de leurs propres choix et initiatives, mais en équilibre avec les objectifs d'enseignement identifiés par les enseignants.

En supposant que le cadre en sept étapes auquel nous nous sommes référés ci-dessus soit viable, malgré les transformations que nous pourrions trouver dans la littérature, des dispositions et des soins spécifiques sont nécessaires pour chaque phase. Par exemple, dans la troisième phase, les connaissances préexistantes des étudiants sont étudiées afin de les utiliser dans la conception du processus d'enseignement. Lorsque ce problème est mis en évidence, les enfants se limitent souvent à proposer des solutions médiocres, courtes et communes, et finissent par se concentrer sur les problèmes qu'ils rencontrent uniquement sur des solutions basées sur leur expérience. Si nous laissons cette voie se développer, dans les phases suivantes, nous limitons les problèmes à traiter et nous les abordons sous des aspects qui ne sont pas compatibles avec la connaissance

scientifique. Cependant, étant donné que l'apprentissage par problèmes a pour objectif central non seulement de trouver la "bonne" solution, mais aussi d'identifier les causes et les effets ainsi que les variables appropriées, il est important, pour un apprentissage efficace, de traiter et d'aborder les difficultés rencontrées par les enfants au cours de la troisième phase. Un élément important de l'ensemble du processus est, comme nous l'avons déjà souligné, la conception très prudente de l'intervention des enseignants, puisqu'elle conduit à une abstraction de plus en plus grande, avec des généralisations visant à catégoriser les pratiques et les choix des élèves.

Cependant, l'aspect le plus important de ces processus est de guider les étudiants en reliant le contenu des leçons à leurs expériences et à leur vécu, mais aussi de leur fournir la motivation et les possibilités pédagogiques nécessaires pour repositionner leur pensée à un niveau supérieur compatible avec les connaissances scientifiques. Bien sûr, il faut reconnaître que dans le contexte de programmes scolaires étouffants, il est difficile de créer de tels environnements ouverts qui nécessitent des degrés de liberté que les enseignants n'ont généralement pas, en dépit de leurs convictions pédagogiques et didactiques. Ces stratégies nécessitent des ressources importantes et présupposent des choix politiques plus larges en matière d'éducation qui, malgré des années de débat et de mise en évidence de leurs avantages, ne semblent pas être adoptés. C'est pourquoi la recherche et l'approfondissement de la théorisation peuvent également aller dans le sens des institutions au sein desquelles sont prises les décisions en matière d'éducation.

Conflict of Interest Statement

The author declares no conflicts of interest.

About the Author

Charilaos Voutsinos a obtenu sa maîtrise en sciences de l'éducation de l'Université de Provence en France en sciences de l'éducation et enseigne à l'enseignement primaire au Canada.

Références

Arun, Z. (2017). Formation des enseignants et recherche en didactique des sciences. *European Journal of Education Studies*, *3*(9), 206-216. Retrieved from http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.852542

Arun, Z. (2023). Difficultés liées à l'enseignement des sciences physiques en laboratoire : points de vue des enseignants. *European Journal of Education Studies*, *10*(7), 1-12. http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v10i7.4852

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

Cunningham, W. G., & Cordeiro, P. A. (2003). *Educational Leadership: A Problem-Based Approach*. Boston, MA: Pearson Education. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/234602678_Educational_Leadership_A_Problem-Based_Approach_Second_Edition

Dean, C. D. (1999). *Problem-Based Learning in Teacher Education*. Paper presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association, April 19–23, Montreal, Quebec (ERIC Document Reproduction Service No. ED 431771). Retrieved from https://eric.ed.gov/?id=ED431771

Education Council. (2015). *National STEM School Education Strategy. Education Council*. Retrieved from https://www.education.gov.au/education-ministers-meeting/resources/national-stem-school-education-strategy

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. Retrieved from https://pasithee.library.upatras.gr/review/article/view/3369

Fragkiadaki, G., & Ravanis, K. (2016). Genetic research methodology meets Early Childhood Science Education Research: a Cultural-Historical study of child's scientific thinking development. *Cultural-Historical Psychology*, *12*(3), 310-330. https://doi.org/10.17759/chp.2016120319.

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. Retrieved from 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. http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.495468

Grigorovitch, A. (2018). Interactions didactiques et apprentissage en physique à l'école maternelle et primaire. *European Journal of Education Studies*, *5*(4), 1-9. https://doi.org/10.5281/zenodo.1453457

Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017a). Introduction to magnets for lower primary school students. *European Journal of Education Studies*, *3*(3), 144-154. http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.290135

Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017b). Représentations mentales des élèves de 10-12 ans sur la formation des ombres. *European Journal of Education Studies*, *3*(5), 150-160. http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.495468

Herakleioti, E., & Pantidos, P. (2016). The contribution of the human body in young children's explanations about shadow formation. *Research in Science Education, 46*(1), 21-42. http://dx.doi.org/10.1007/s11165-014-9458-2

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. https://doi.org/10.5281/zenodo.3666100

Impedovo, M. A., Delserieys-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

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. https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v8i1.3737

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

Kolb, P. (1973). *Towards a typology of learning styles and discipline demands on the academic performance*. Cambridge, MA: MIT Press. Retrieved from https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/49235

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. Retrieved from https://ijpsat.org/index.php/ijpsat/article/view/54

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

Otero, M. R., & Arlego, M. F. (2023). Teaching and Learning Optics in High School: From Fermat to Feynman. *Education Sciences*, *13*(5), 503. https://doi.org/10.3390/educsci13050503

Ouarzeddine, A., Ouasri, A., Gomatos, L., & Ravanis, K. (2023). Sciences Physiques et Technologie dans les programmes scolaires de l'enseignement secondaire de 3 pays méditerranéens : le cas de l'Algérie, du Maroc et de la Grèce. *Mediterranean Journal of Education*, *3*(1), 81-94. https://doi.org/10.26220/mje.4349

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. https://edudoc.ch/record/42113?ln=fr

Ravanis, K. (2003). *Introduction to the Physics Science Teaching*. Athens, Greece: New Technologies Publications.

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. http://dx.doi.org/10.12681/ppej.38

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., & Boilevin, J.-M. (2022). What use is a Precursor Model in early Science teaching and learning? Didactic perspectives. In J.-M. Boilevin, A. Delserieys & K. Ravanis (Eds.), *Precursor Models for teaching and learning Science during early childhood* (pp. 33-49). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_3

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. https://www.persee.fr/doc/spira_0994-3722_2005_num_36_1_1327

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. https://doi.org/10.5281/zenodo.1410643

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, D. (2025). Questions critiques dans l'apprentissage et l'enseignement des sciences physiques et naturelles. *European Journal of Education Studies, 12*(1), 204-218. http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v12i1.5781

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. http://dx.doi.org/10.20849/aes.v1i1.30

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. https://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-biruni/article/view/6141/pdf

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

Sotirova, E.-M. (2024). Représentations mentales, obstacles et enseignement des sciences physiques. *European Journal of Education Studies*, *11*(3), 154-165. http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v11i3.5244

Tin, P. S. (2016). Peuvent-ils les enfants de l'âge préscolaire construire un modèle pour la flottaison et l'immersion ? *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, *4*(2), 72-76. https://ijpsat.org/index.php/ijpsat/article/view/90

Tin, P. S. (2017). Représentations mentales des élèves de 5-6 et 8-9 ans sur la flottaison et l'immersion. *European Journal of Education Studies*, *3*(10), 184-194. Retrieved from https://doi.org/10.5281/zenodo.998574

Tin, P. S. (2018). Élaboration expérimentale des représentions 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. http://dx.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

Voutsinos, C. (2017). La séparation des variables à l'apprentissage des sciences physiques pour les enfants jusqu' à 10 ans : supports didactiques et difficultés. *European Journal of Education Studies*, *3*(7), 377-387. http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v0i0.832

Williams, S. (1992). Putting case-based instruction into context: Examples from legal and medical education. *Journal of the Learning Science*, *2*(4), 367-427. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/1466615

Zulkipli, F., & Surat, A. (2022). Les idées des élèves du secondaire sur les concepts thermiques. *Mediterranean Journal of Education*, *2*(2), 75-82. https://doi.org/10.26220/mje.4463.

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).