



FORMATION DES ENSEIGNANTS ET RECHERCHE EN DIDACTIQUE DES SCIENCESⁱ

Zebun Arunⁱⁱ

Indian Institute of Science and Engineering,
New Delhi, India

Résumé:

Dans cet article est présentée une discussion sur la question des relations entre recherche et formation des enseignants en didactique de sciences. Le cercle en expansion « enseignement – formation des enseignants – didactique des sciences – recherche » produit d'une façon continue des mêmes problèmes adaptés à l'époque et aux contextes des systèmes éducatifs divers. Comme problèmes primordiaux et intemporels se posent ici les rôles des enseignants et des chercheurs dans ce cercle.

Mots-clés : recherche, formation des enseignants, didactique des sciences

Abstract:

In this article, a discussion on the question of the relationship between research and teachers training in science education is presented. The expanding circle “teaching – teachers training – science education – research” product on an ongoing basis the same problems adapted at the time and the contexts of the various educational systems. As essential and timeless problems are raised here the roles of teachers and researchers in this circle.

Keywords: research, teacher training, science education

1. Introduction

Les discussions, les échanges et la recherche les quarante derniers ans, montrent que pour un auditoire, en effet non bien défini, une relation entre formation et recherche

ⁱ TEACHER TRAINING AND RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION

ⁱⁱ Correspondence: email zebunarun@gmail.com

dans le cadre de didactique des sciences physiques et naturelles va de soi et que le problème semble résolu. En réalité, chaque fois que se pose la question de la formation des enseignants, apparaissent des idées qu'elles analysent des modes possibles de liaison et des propositions qu'elles posent d'un façon explicite ou implicite une question ancienne mais toujours renouvelée : est bien intéressante, utile, efficace et productive une telle liaison ? Malheureusement les réponses en jeu très souvent sont dominées par une confusion épistémologique absolue. Parfois la discussion se déroule sans orientation entre la formation disciplinaire et pédagogique. Nous sommes intéressés à avoir les meilleurs physiciens, des chimistes et des biologistes à l'école ou des bons professeurs de sciences physiques et naturelles ? Dans d'autres cas, il y a des discussions dans lesquelles nous ne pouvons pas distinguer si l'accent est mis sur la formation ou l'information des enseignants. Souvent on met en inter-relation six variables : les savoirs, les élèves comme individus ou comme groups, les enseignants comme fonctionnaires, les professeurs comme scientifiques, les conditions matérielles de l'acte éducatif, l'environnement de la formation. Évidemment ces variables ne sont pas indépendantes, et leur prise en compte simultanée fait apparaître deux questions auxquelles il nous appartient d'apporter des réponses :

- Quelles sont les relations nécessaires de la formation des enseignants en sciences physiques et naturelles avec la recherche didactique & pédagogique ?
- Quels doivent être les contenus de cette formation ?

À la lumière des discussions qu'elles apportent les efforts et les exemples divers du passé on présente dans cet article quelques réflexions dégagant les moyens à se donner pour tendre vers une objectivation de matière enseigné à l'école et utilisé en formation, une distanciation des enseignants par rapport à leur pratique, une relativisation du temps et de l'espace du travail éducatif, conditions indispensables à une réforme des pratiques pédagogiques.

2. Les liaisons entre recherche et formation

Les systèmes éducatifs au niveau international, doivent-être en évolution continue et perpétuelle, puisqu'il agit à court terme sur la société et que celle-ci, de son côté, exerce une action en retour. Cette constatation implique obligatoirement la nécessité d'une recherche liée de près aux processus éducatifs, donc implicitement liée aux formations initiale et continuées. Mais alors, deux champs de discussion et de réflexions se présentent : quel type de recherche d'une part et qui fait cette recherche d'autre part ?

Doit-il s'agir d'une recherche axée sur la discipline ou bien d'une recherche pédagogique et didactique, plutôt centrée sur les méthodes d'apprentissage. Il ne semble pas que sur ce point soit crucial car l'aspect pédagogique n'est pas dissocié de

l'aspect disciplinaire pour l'enseignant. L'une comme l'autre de ces deux aspects ont des points communs de méthodologie, qu'il faut acquérir de toute façon.

Mais qui fait cette recherche ? Les universités, les centres de recherche, les institutions nationales et internationales ? Les dernières années, de nombreuses voix insistent sur le fait que tout enseignant dans sa classe pourrait être un chercheur qui souvent s'ignore. Il importe donc de prévoir les moyens pour les intégrer dans les équipes de recherche existantes en respectant son rôle, sa formation et ses propres intentions comme scientifique et fonctionnaire. Or les expériences passées ont montré qu'une telle intégration ne se réalisait pas sans modifications des deux parties prenantes, enseignants et chercheurs. De telles modifications pourraient être minimisées, si dans le cadre de formation, intervenait une première initiation à la recherche.

Ceci soulève le problème de l'extension des institutions et sans doute des lieux de formation. Dans la bibliographie sur la formation des enseignants un accord général se fait sur la nécessité d'avoir ou de créer des établissements spécialisés à ce but. C'est-à-dire qu'on a besoin d'une multiplication des institutions orientées à cette tâche pour les enseignants de l'enseignement maternelle, primaire ou secondaire (Letor & Périsset Bagnoud, 2010; Demougin, 2013). En réalité, afin de maintenir les liaisons nécessaires entre la recherche et la pratique on a l'obligation de créer des centres de qualité dont la répartition géographique va permettre l'accueil tous les intervenants possibles, que ce soit au titre de la formation initiale ou continuée. L'Université pourrait donc en être le lieu central ce qui permettrait aux enseignants d'acquérir une notion plus objective et concret des recherches réalisées ou en cours. Cette implantation, d'autre part, rendrait plus facile la nécessaire reconnaissance d'un statut universitaire à la recherche en didactique des sciences, même si la partie essentielle de cette recherche, doit se faire avec les élèves sur les lieux d'enseignement et non à l'Université. Cette réalité produit souvent une confusion aux enseignants entre pratiques pédagogiques dans la classe et recherche en didactique. Par exemple, l'enseignement sur les phénomènes optiques selon les programmes différents à chaque niveau (May, 1996; Brenders & Sauzeix, 2005; Cobb & Cobb, 2005; Möller & Bélorgeot, 2007) est une fonction et une procédure tout à fait différentes de la recherche sur la compréhension de la lumière ou les ombres par les enfants (Dedes & Ravanis, 2007, 2009; Ravanis, 2010; Voutsinos, 2013; Castro & Rodriguez, 2014; Grigorovitch, 2014; Ntalakoura & Ravanis, 2014; Nertivich, 2016; Grigorovitch & Nertivich, 2017).

En plus, on a besoin d'une différenciation par rapport aux deux courants de recherche qu'ils s'impliquent à la formation de l'enseignants :

(a) Des recherches déployées dans un cadre qui est restreint. Les résultats de ces recherches peuvent s'intégrer dans les actions de formation, étant donné qu'elles sont

tout à fait pertinentes et nécessaires pour l'éducation. Par exemple, les données des recherches par rapport aux représentations mentales des élèves sur les phénomènes thermiques sont bien utiles à l'initiation et l'enseignement de la physique (Tiberghien, 1983, 1985; Laval, 1985; Andersson, 1990; Kesidou, Duit & Glynn 1995; Harrison, Grayson & Treagust, 1999; Tytler, 2000; Ravanis, 2013; Rodriguez & Castro, 2014). En résumant ces représentations on peut distinguer les plus cruciales pour que les enfants comprennent les phénomènes thermiques : « Il n'y a pas de distinction entre la chaleur et la température et souvent les enfants pensent que la température mesure la chaleur, la température est une propriété intrinsèque de la matière et/ou des objets, il existe des objets chauds et froids par nature, le chaud et le froid sont deux entités distinctes, les relations thermiques entre un objet et son environnement sont ambiguës » (Ravanis, 2017a, p. 225). Ces données de recherche construisent un cadre conceptuel dans lequel l'enseignant peut construire le monde des difficultés des enfants sur les phénomènes thermiques.

(b) Le deuxième courant de recherche est celui du cadre de recherche-action qui permet des échanges continus entre enseignants et chercheurs mais aussi entre formateurs et formés (Elliott, 1991; Dionne, 2000; Alidou & Glanz, 2015). « La recherche-action peut se définir comme un processus collectif mettant en relation des chercheurs et des praticiens visant à produire un savoir en prise directe sur les pratiques des acteurs sociaux. Cette définition très large étant posée, elle permet ensuite toutes les variations » (Hess, 1989, p. 9). Pour la didactique des sciences physiques et naturelles, en général cette approche correspond aux petits projets de recherche participative dans la classe, planifiés à la base de collaborations variées des enseignants et des chercheurs (Pedretti, 1996; Tabachnick & Zeichner, 1999; Goodnough, 2011). Par exemple, un tel plan a été développé pour l'enseignement des phénomènes mécaniques ou thermiques (Baimba, 1992; Fernandez, 2017).

Ces courants de recherche en didactique, doit-elle alors être considérée comme fondamentale ou appliquée ? Très souvent elle est classifiée parmi les sections des sciences appliquées, mais tout regroupement ne semble pas exclu. Faut-il encore craindre une sortie d'appropriation de ces recherches par certains universitaires ? Les exemples à la communauté internationale dans les quarante ans derniers semblent aller dans ce sens. Il est vrai que la reconnaissance d'un statut universitaire comporte bon nombre des contraintes : des congrès internationaux, des revues scientifiques spécialisées, des études spécifiques bien organisées. Ces « institutions » ont besoin d'accueillir un public et des intervenants-enseignants de l'école maternelle, primaire et secondaire, ce qui implique souvent des frais élevés pour obtenir de telles cautions. Or il faut reconnaître que beaucoup d'enseignants isolés ne sont pas préparés à ce genre de contraintes, même si elles ne touchent pas potentiellement qu'un petit nombre. C'est en

fait là tout le problème de la reconnaissance d'un statut aux enseignants-chercheurs. Cette reconnaissance est la condition de fonctionnement de toute liaison entre recherche et formation dans le cadre de la didactique des sciences physiques et naturelles. Si en effet on accepte comme définition générale d'une recherche qu'il s'agit d'un essai de transformation d'un ensemble établi, une recherche sur l'enseignement des sciences doit être prise en charge par des acteurs préparés à cet enseignement, de la même manière que la recherche scientifique se fait avec les experts qu'elle s'est forgé. Ceci n'exclut pas dans le contexte d'une liaison dialectique entre recherche et formation, l'intervention des scientifiques provenant d'horizons différents : des psychologues orientés à l'appropriation des savoirs, des pédagogues qui s'occupent aux interventions didactiques, des physiciens, chimistes, biologistes etc qui abandonnent la recherche aux ces domaines d'expertise et s'intéressent aux questions didactiques.

3. Le chemin continu « enseignement – formation – didactique – recherche »

C'est évident que les origines des participants au cercle « enseignement – formation – didactique – recherche » placent des problèmes d'un champ commun des significations et par conséquent la question posée primordiale a pour but de confronter ces expériences et de synthétiser ces points de vue. Dans ce cercle, s'est souvent discuté le fait que la formation des enseignants ne devait pas être l'affaire d'une seule espèce de formateurs, mais plutôt d'équipes avec des gens qui pratiquent différents rôles et fonctions à l'école et l'université. Par conséquent, les recherches doivent être, elles aussi, multiples. Mais avec quel contenu ? On peut relever que les activités de recherche constituent une faible part de l'activité globale de quelques enseignants. Est-ce un problème de nature affective, les professeurs ayant du mal à remettre en cause la forme et le fond de leur enseignement ? Est-ce un problème de communication, le langage habituel des chercheurs étant très souvent jugé trop hermétique par les éventuels usagers ? Ces points ne font que renforcer la nécessité d'introduire une introduction à la recherche dès le début de la formation initiale.

En prenant le problème par l'autre extrémité, la recherche doit être consciente que ce qu'elle a à résoudre est de faciliter la pratique des enseignants dans leurs classes. Comment, alors, impliquer les enseignants à ces problèmes qui relèvent du domaine de la recherche ? En partant des demandes formulées par ces enseignants, en les transformant en sujet de recherche et en mettant en place une équipe de recherche sans hiérarchie, afin d'éviter toute prise de pouvoir au sein de cette petite communauté. C'est une démarche de ce type adopté il y a 30 ans par beaucoup des équipes de recherche en didactique des sciences partout dans le monde (Gunstone, 2000; El-Hani & Greca, 2013; Anthopoulou & Ravanis, 2016; Hamza, Piqueras, Wickman & Angelin,

2017).). On peut facilement étendre cette formulation générale en proposant qu'une recherche liée à la formation des enseignants se fasse d'abord sous forme d'une innovation contrôlée, dont il importe que le projet soit intégré pas les différentes catégories d'usagers, comme enseignants, formateurs et/ou chercheurs, pour espérer réussir.

Ce type de recherche apparait nécessaire, à condition de lui fixer les objectifs précis et les moyens d'une évaluation concrète des connaissances et des compétences en sciences. Une telle recherche, et simultanément, innovation, devra rendre efficaces un certain nombre d'hypothèses de la recherche, en précisant les conditions favorisantes pour les atteindre. Une telle démarche doit alors conduire au besoin d'une observation fine des comportements d'enfants, dont les retours au niveau de la formation ne font pas de doute. Encore faudrait-il que, dans un contexte différent peut-être, les méthodologies de ce genre d'observation soient élaborées, et qu'en conséquence, les moyens indispensables soient mis en place. C'est à ces conditions que la formation par la recherche pourra avoir lieu, par une sorte d'autoformation au sein d'équipes multidisciplinaires.

Mais avec quoi faire cette formation ? Avec cette question, il s'agissait d'aborder les contenus à donner à la formation et aux recherches liées à cette formation en didactique des sciences. De nombreux éléments de réponse ont déjà été donnés dans le cadre de la discussion précédente. Nous n'y reviendrons pas si ce n'est pour soulever une question préliminaire : réaliser des recherches, élaborer et présenter les résultats, mais dans quelle mesure les chercheurs et les enseignants pourront-ils explorer les conclusions de ces recherches ? Ou bien se dirige-t-on vers une nouvelle vague de réforme qui, même continuée, serait imposée d'en haut ? Il importe donc, pour éviter de tels périls, de motiver les enseignants aux problèmes de recherche et d'inciter les chercheurs aux questions de la classe réelle, en évoquant ce genre de problèmes dès la formation initiale. Les enseignants en outre doivent comprendre que la recherche peut être en mesure d'apporter quelques propositions ou solutions aux problèmes auxquels ils sont confrontés lors de la pratique dans leurs propres cours. On peut donc reprendre avec eux, au titre de cette initiation, des problèmes de recherche déjà éclairés par des recherches antérieures. Par exemple, on connaît très bien il y a longtemps quels sont les schémas de la pensée utilisés, les modèles à acquérir et les enseignements appropriés sur l'électricité à l'école primaire ou encore mieux à l'école secondaire (Dupin & Johsua, 1989; Chiu & Lin, 2002; Bilal & Erol, 2012; Korganci, Mirona, Dafinea & Antohe, 2015). On peut aussi discuter et/ou montrer aux enseignants que les domaines entiers n'ont, à ce jour, pas de réponse. C'est le cas, par exemple, des processus d'apprentissage qui sont, dans l'ensemble, peu étudiés et par conséquent mal connus. Pour rester au même domaine scientifique, l'électricité, on connaît très peu « le point de départ », c'est-à-dire

les idées exprimées par les enfants d'âge préscolaire sur les phénomènes électriques élémentaires (Glauert, 2009; Kada & Ravanis, 2016) ou même plus sur les stratégies didactiques pertinentes pour l'école maternelle (Robson, 2012; Ravanis, 2017b).

En plus, si on veut à rénover l'enseignement des sciences, en essayant de mieux les centrer sur la pensée et les difficultés des enfants, c'est une question de fond, dont il faut chercher les réponses en explorant des situations contrastées, mais aussi en s'inspirant de résultats de recherches précédentes, depuis les théories constructivistes et interactionnistes. On donnera ainsi aux futurs enseignants des outils pour comprendre les raisonnements des enfants et affiner leurs représentations du rôle du maître. En effet aucune théorie de l'apprentissage n'est neutre et la préférence apportée sur l'une ou l'autre relève de choix idéologiques et sociaux que seul l'enseignant est capable de faire. Dans une société libérée par les choix dogmatiques et les doctrines pédagogiques il n'est peut-être question, ni pour la formation ni pour la recherche, de recommander un modèle plutôt qu'un autre. C'est l'enseignant des sciences en situation de recherche et en connaissance des éléments de base, qui définira un modèle didactique qui lui sera propre et qui donnera un sens à ses pratiques dans la classe. La formation et la recherche doivent montrer qu'en ce domaine il n'y a pas de produit « prêt à porter ». La prise en charge d'une classe ou d'un niveau d'enseignement ne peut se faire que progressivement et non pas d'emblée, comme les formations traditionnelles basées exclusivement sur le contenu scientifique l'ont jusqu'à présent trop laissé croire.

4. Discussion

Dans cet article on a posé beaucoup des problèmes d'ordre différent. Il s'agit des questions correspondantes aux dimensions diverses de la relation « recherche-formation » d'abord à un niveau général et ensuite spécialement pour la didactique des sciences. Alors, comment équilibrer ces différentes nécessités dans un cadre restreint de la formation des enseignants ?

Tout d'abord, les enseignants des universités en didactique des sciences souvent dissocient leurs activités de recherche de celles de formation. Les années précédentes les communautés des chercheurs et des enseignants invitent les universitaires spécialistes à réinvestir les résultats de leurs travaux de recherche dans leurs activités de formation. C'est là une ouverture importante, mais encore faut-il que les travaux de recherche en didactique soient reconnus par des institutions appropriées officielles. Il semblerait qu'un institut ou une direction du ministère, pour sa part, prévoirait un recensement de ce genre de travaux. C'est aussi un point positif en vue de leur reconnaissance. Mais reste cependant posée la question de la place que pourra occuper un enseignant-chercheur : sera-t-il un simple acteur et observateur ou aurait-il un rôle de vérificateur ?

En plus quelle est la place de l'enseignant de la classe ? Si l'on éveille les enseignants nouvellement formés aux nombreux processus d'apprentissage, encore faut-il leur donner les moyens de les observer. Il faudra donc que, dans cette formation, ils reçoivent des éléments pour l'observation des élèves dans la classe mais aussi dans le laboratoire. Plus généralement, on pourrait apporter un germe de réponse en affirmant qu'un enseignant efficace devra avoir reçu une formation complète dans les sciences mais avec de larges ouvertures interdisciplinaires, ainsi qu'en sciences de l'éducation par l'intermédiaire d'une initiation à la recherche. Préciser des contenus plus avancés doit faire l'objet d'une recherche en soi, avec un programme d'évaluation qui devra dégager les régularités, les divers points des passages obligés. Même si une telle démarche semble aller à l'encontre de beaucoup de logiques, qu'elles soient ministérielles ou syndicales. Renover les conditions de l'enseignement scientifique impose donc que le décideur définisse un modèle, pris comme hypothèse de travail, qui devra être réajusté à tout moment, mais non plus aller au coup par coup.

Références

1. Alidou, H., & Glanz, C. (dir.) (2015). *Action research to improve youth and adult literacy: empowering learners in a multilingual world*. Paris: UNESCO.
2. Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformation (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
3. Anthopoulou, V., & Ravanis, K. (2016). How do we see when the light is not "enough"? Mental representations of pre-service preschool teachers. *International Education and Research Journal*, 2(8), 30-32.
4. Baimba, A. (1992). Physics teachers' action-research experience with a teaching module on "Force". *Research in Science Education*, 22, 30-37.
5. Bilal, E., & Erol, M. (2012). Effect of teaching via modeling on achievement and conceptual understanding concerning electricity. *Journal of Baltic Science Education*, 11(3), 236-247.
6. Brenders P., & Sauzeix M. (2005). *Optique MP-PC-PSI-PT*. Paris: Éditions Bréal.
7. Castro, D., & Rodriguez, J. (2014). 8-9 year old pupils' mental representations of light: teaching perspectives. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 2(1), 40-44.
8. Chiu, M. H., & Lin, J. W. (2002). Using multiple analogies for investigating fourth graders' conceptual change in electricity. *Chinese Journal of Research in Science Education*, 10, 109-134
9. Cobb, V., & Cobb, J. (2005). *Light action*. Washington: SPIE.

10. Dedes, C., & Ravanis, K. (2007). Reconstruction des représentations spontanées des élèves: la formation des ombres par des sources étendues. *Skholê, HS(1)*, 31-39.
11. Dedes, C. & Ravanis, K. (2009). Teaching image formation by extended light sources: The use of a model derived from the history of science. *Research in Science Education, 39(1)*, 57-73.
12. Demougin, P. (2013). Recherche en éducation et formation des enseignants : quel état des lieux ou quel parcours du combattant ?, *Tréma, 39*, 1-8.
13. Dionne, H. (2000). *Le développement par la recherche-action*. Paris: L'Harmattan.
14. Dupin, J. J., & Johsua, S. (1989). Analogies and "modeling analogies" in teaching: Some examples in basic electricity. *Science Education, 73*, 207-224.
15. El-Hani, C. N., & Greca, I. M. (2013). ComPratica: a virtual community of practice for promoting biology teachers' professional development in Brazil. *Research in Science Education, 43*, 1327-1359.
16. Elliott, J. (1991). *Action research for educational change*. Buckingham: Open University Press.
17. Fernandez, F. B. (2017). Action research in the physics classroom: the impact of authentic, inquiry based learning or instruction on the learning of thermal physics. *Asia-Pacific Science Education, 3(3)*, 1-20.
18. Glauert, E. B. (2009). How young children understand electric circuits: Prediction, explanation and exploration. *International Journal of Science Education, 31(8)*, 1025-1047.
19. Goodnough, K. (2011). *Taking action in science classrooms through collaborative action research*. Rotterdam: Sense Publishers.
20. 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.
21. 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.
22. Gunstone, R. (2000). Science teachers as researchers in Australia. Some examples. *Research in Science Education, 30*, 255-257.
23. Hamza, K., Piqueras, J., Wickman, P.-O. & Angelin, M. (2017). Who owns the content and who runs the risk? Dynamics of teacher change in teacher-researcher collaboration. *Research in Science Education*, DOI 10.1007/s11165-016-9594-y.

24. Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 55-87.
25. Hess, R. (1989). Recherche-action et formation, le travail de terrain ». *Pratiques de formation / Analyses*, 18. Retrieved from <http://www-ufr8.univ-paris8.fr/pfa/18presentation.html>.
26. 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.
27. Kesidou, S., Duit, R., & Glynn S. M. (1995). Conceptual development in physics: students' understanding of heat. In S. M. Glynn & R. Duit (Eds), *Learning science in the schools: research reforming practice* (pp. 179-198). Mahwah, NJ: Erlbaum.
28. Korganci, N., Mirona, C., Dafineia, A., & Antohe, S. (2015). The importance of inquiry-based learning on electric circuit models for conceptual understanding. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 2463-2468.
29. Laval, A. (1985). Chaleur, température, changements d'état. *Aster*, 1, 115-132.
30. Letor, C., & Périsset Bagnoud, D. (2010). Travailler ensemble entre logiques professionnelles, organisationnelles et institutionnelles : Un développement professionnel sous contraintes. In L. Corriveau et al., (dir.). *Travailler ensemble dans les établissements scolaires et de formation* (pp. 165-173). Bruxelles : De Boeck.
31. May, M. (1996). *Introduction à l'optique: Cours, exercices d'application, problèmes résolus*. Paris: Dunod.
32. Möller, K. D., & Bêlorgeot, C. (2007). *Cours d'optique*. Paris: Springer-Verlag.
33. 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.
34. Ntalakoura, V., & Ravanis, K. (2014). Changing preschool children's representations of light: a scratch based teaching approach. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 191-200.
35. Pedretti, E. (1996) Facilitating action research in Science, Technology and Society (STS) Education: an experience in reflective practice. *Educational Action Research*, 4, 307-327.
36. Ravanis, K. (2010). Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 1-11.
37. 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 (2013).

38. Ravanis, K. (2017a). Une approche des représentations des enfants de 5 à 14 ans sur la fusion et la solidification du sel. *European Journal of Education Studies*, 3(4), 223-235.
39. Ravanis, K. (2017b). Early Childhood Science Education: state of the art and perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 16(3), 284-288.
40. Robson, S. (2012). *Developing thinking and understanding in young children: an introduction for students*. London: Routledge.
41. 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.
42. Tabachnick, B. R., & Zeichner, K. M. (1999). Idea and action: action research and the development of conceptual change teaching of science. *Science Education*, 83, 309-322.
43. Tiberghien, A. (1983). Revue critique sur les recherches visant à élucider le sens des notions de la température et chaleur pour les élèves de 10 à 16 ans. In *Atelier International d'été : Recherche en Didactique de la Physique* (pp. 55-74). La Londe les Maures: CNRS.
44. Tiberghien, A. (1985). Heat and temperature: the development of ideas with teaching. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 66-84). Milton Keynes, UK: Open University Press.
45. Tytler, R. (2000). A comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*, 22(5), 447-467.
46. 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/).