



ENSEIGNEMENT DES SCIENCES PAR PROJET ET DIDACTIQUE : ÉLÉMENTS THÉORIQUES POUR UNE COORDINATIONⁱ

Alyona Grigorovitchⁱⁱ

Primary Education,

Russian Federation

Résumé:

Dans cet article, sont considérés certains aspects et paramètres sur la base de laquelle l'enseignement des sciences peut être correspondu avec la pédagogie de projet. Après une référence aux questions contemporaines de la didactique, sont présentés les éléments théoriques de base de la pédagogie de projet. En plus, le rôle du contenu d'enseignement en sciences expérimentales et aussi discuté par rapport au développement des projets.

Mots-clés : Pédagogie de projet, enseignement des sciences expérimentales, contenu d'enseignement

Abstract:

In this article, are considered certain aspects and parameters on the basis of which the teaching of the sciences can be matched with the project-based pedagogy. After a reference to contemporary issues in the didactics, are presented the theoretical basics of project-based pedagogy. In addition, the role of the teaching content in experimental sciences and also discussed in relation to the development of the projects.

Keywords: Project-based pedagogy, teaching of experimental sciences, teaching content

1. Introduction

Au cours des dernières 3-4 décennies, l'enseignement des sciences physiques et chimiques, de la technologie et des sciences de la vie et de la Terre s'est vu profondément rétabli. Ces changements ont visé à éloigner l'enseignement transmissive et à mettre l'élève au centre, en prenant en compte la recherche en didactique (orientations constructivistes et/ou socioconstructivistes, travaux sur les représentations

ⁱ TEACHING OF THE SCIENCES BY PROJECT-BASED LEARNING AND DIDACTICS: THEORETICAL ELEMENTS FOR A COORDINATION

ⁱⁱ Correspondence: email alyogrig@gmail.com

mentales des élèves, démarche d'investigation) ainsi que les réflexions à une échelle mondiale sur les programmes et le charge intellectuel de base pour les citoyens du 21^{ème} siècle en termes des connaissances et des compétences dans une société basée sur les sciences et les technologies. Les sciences expérimentales se sont emparées de ces réflexions et ont conçu des instruments qui ont largement renouvelé les pratiques.

Les réformes aux différents niveaux de l'école d'aujourd'hui partout dans le monde et les questions contemporaines posent de nouveaux défis à l'enseignement des sciences expérimentales et mettent au cœur de nombreux questionnements par rapport à :

- la place et le rôle dévolu aux activités expérimentales ;
- les significations données à l'argumentation et au questionnement, à la construction de l'esprit critique ;
- l'usage que l'on fait de l'hypothèse dans la démarche d'investigation ;
- le travail interdisciplinaire à partir d'une situation donnée, dans le cadre de l'enseignement des sciences ;
- l'importance et la nécessité des questions sociétales ;
- la contribution des sciences à la maîtrise de la langue à l'oral et à l'écrit ;
- la cohérence des programmes et leurs évolutions rationnelles et développementales tout au long de la scolarité, c'est-à-dire la continuité et les ruptures entre maternelle, primaire et secondaire ;
- les usages des outils numériques et la façon dont ils peuvent renforcer les pratiques d'enseignement.

Dans le cadre d'un plan pour le renouvellement de l'enseignement des sciences physiques et chimiques et des sciences de la vie et de la Terre, les éléments qui interviennent dans le processus d'apprentissage et dans l'acquisition de connaissances assument un rôle différent. On peut reconnaître que les éléments qui sont à la base de tels processus viennent de l'appropriation de concepts, de l'acquisition de capacités des processus et plus généralement de comportement cognitif et de l'accumulation des connaissances et des compétences relatives aux phénomènes naturels et physiques. Il est clair qu'au cours d'un processus déterminé d'apprentissage ces éléments apparaissent en même temps et souvent indissociablement, mais ils assument une importance différente suivant les divers stades du développement intellectuel de l'enfant (Vygotsky, 1962; Wallon, 1968; Piaget, 1973). Ainsi, s'il est évident qu'en âge préscolaire le développement des capacités de processus, liées au faire qui s'identifie à cette âge à des capacités motrices, manuelles et intellectuelles (Kamii, 1982; Ravanis, 2000; Kamii & Kato, 2007; Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007)), auront le dessus sur les activités conceptuelles en constituant en un certain sens la base pour leur développement futur, dans les années suivantes, qui s'identifient à peu près au groupe d'âge qui correspond à l'école primaire et même plus à l'enseignement secondaire, on assiste au contraire à un développement d'intérêt de l'activité cognitive liée à une évolution des concepts empiriques concrets et/ou abstraits (Weil-Barais, 2001). Au cours de cette phase connaître et faire semblent se valoir et les explications se développent au niveau de la pensée. C'est la période où l'on assiste au passage progressif des

explications prélogiques et fortuites de faites et phénomènes naturels à des explications où prévaut une rationalité basée sur des expériences concrètes. L'existence de ces capacités d'observation, réflexion et intériorisation d'expériences concrètes semble justifier l'hypothèse d'une approche cognitive et éducative basée sur un équilibre de connaissances, de capacités, de compétences et de processus dans le cadre d'un projet d'enseignement des sciences physiques et naturelles.

2. L'enseignement des sciences par projet : éléments théoriques de base

La pédagogie de projet (ou apprentissage par projet) est un cadre théorique mais plutôt une pratique éducative qui permet la production des apprentissages actifs à travers la réalisation d'un plan concrète. Le projet est une activité collective (la visite guidée d'un musée ou d'une exposition, la préparation d'un festival scolaire ou d'un spectacle, l'organisation autour d'un « bien commun ») ou quelques fois personnelle (comme la préparation d'une activité individuelle, d'un produit matériel ou d'une présentation orale). Il est semblable à une « entreprise qui permet à un collectif d'élèves de réaliser une production concrète socialisable, en intégrant des savoirs nouveaux » (Huber, 1999). En effet, lors de la démarche de projet, l'élève est placé en situation de résolution de problèmes, participant de fait au processus d'apprentissage et à une mobilisation des compétences transversales. Cette pédagogie est également fondée sur la motivation des élèves et permet l'objectif de réalisation concrète (Viau, 1994; Galand, 2006). Selon Boutinet (2005) le projet pédagogique, intervient dans la relation entre les enseignants et les élèves au cadre scolaire.

Par rapport aux savoirs fondamentaux, aux connaissances et aux compétences personnelles, le projet est focalisé sur les objectifs pédagogiques de l'élève, c'est à dire les éléments didactiques nécessaires à acquérir surtout en sciences, tels que la construction des concepts, la modélisation et la résolution de problèmes, ou d'autres du caractère social comme la formation de l'esprit critique, la coopération, le consensus et l'autogestion. Le projet donc s'articule autour d'une question à traiter, en fonction du niveau attendu. Dans ce cadre, définir le thème, les objectifs à atteindre et en vérifier l'efficacité sont partie essentielle de la démarche. Le projet s'articule autour d'un contexte concret, incluant pratiques, instruments et normes de qualité ou qui traite des préoccupations des enfants, de leurs centres d'intérêt et les met face à leurs problèmes personnels. Ainsi, les élèves sont confrontés à un processus détaillé et spécialement structuré de questionnement, d'examen d'informations et de mise en pratique. Ils décident de leur procédé de travail dans le processus du projet, des choix pour résoudre les problèmes, de quelles informations sont les plus pertinentes, de quelles difficultés insurmontables doivent-ils dépasser, de quels plans vont-ils élaborer pour ne pas se disperser. En plus, les élèves échangent et mettent à profit leur retour d'expérience afin d'améliorer leurs processus et réalisations. En plus, les élèves exposent leurs travaux à l'oral et ainsi ils apprennent à verbaliser leurs choix et à les expliquer devant une communauté. Finalement, les élèves et les enseignants ensemble mènent une réflexion

sur l'apprentissage, la qualité de leur recherche et de leurs actions, l'efficacité et les résultats du travail effectué, le processus de résolution de problème.

Toutefois cette méthode pédagogique n'apparaît pas toujours facilement applicable, surtout au niveau du temps et de l'investissement indispensables à l'accomplissement d'un projet.

Dans un programme ou un curriculum institutionnel le but majeur de l'initiation scientifique à l'école maternelle, primaire et secondaire par un projet, peut s'exprimer en un ensemble d'objectifs :

- Les connaissances, c'est-à-dire l'appropriation des savoirs scientifiques jusqu'à un niveau prédéterminé.
- Les compétences comme un certain nombre de savoir-faire assez généraux et transversaux : argumenter, s'exprimer oralement et par écrit, chercher, gérer et synthétiser des informations, estimer et vérifier, travailler en équipe etc.
- Les attitudes et le jugement, un souci pour développer l'esprit critique pour les choix et les décisions face aux problèmes.

Ainsi, les processus peuvent être individualisées surtout pour les enfants du préscolaire et du primaire, dans des attitudes méthodiques qui valorisent les qualités d'application et de persévérance et dans des situations réflexives et interactives qui tendent au contraire à développer les comportements d'autonomie intellectuelle et la capacité d'affronter des problèmes nouveaux d'ordre théorique et pratique qui rentrent toutefois dans des schémas généraux déjà acquis précédemment. En ce qui concerne l'acquisition des connaissances et des capacités non plus basées sur les processus liés à l'action et à l'intuition mais sur l'appropriation des vrais schémas généraux de pensée, elle se développe sur la base d'observations et d'expériences qui vont progressivement du concret à l'abstrait, du simple au compliqué, d'une variable aux fonctions de plusieurs variables, c'est-à-dire dans les cadres des projets qu'ils peuvent faciliter et accélérer la problématisation, l'argumentation et l'appropriation des savoirs scolaires.

Dans la construction d'un projet éducatif de sciences physiques et chimiques et des sciences de la vie et de la Terre à l'école maternelle, primaire ou secondaire, la recherche montre, en règle générale que les enfants, dans des conditions de motivation, de collaboration, d'autonomie soutenue par les enseignants et de créativité, peuvent acquérir des schémas de pensée qui comprennent certains concepts et phénomènes fondamentaux : simples concrets, comme p. ex. les propriétés magnétiques de base (Voutsina & Ravanis, 2013; Nertivich, 2014; Grigorovitch & Nertivich, 2017), simples abstraits, comme p. ex. la lumière et les ombres (Ravanis, 2012 ; Voutsinos, 2013; Castro, 2013; Rodriguez & Castro, 2016) et complexes abstraits, comme p. ex. questions par rapport à la chaleur et la température (Laval, 1985; Zimmermann-Asta, 1990; Gönen & Kocakaya, 2010; Ravanis, 2013), l'électricité (Dupin & Johsua, 1985; Glauert, 2009).

En parallèle avec de ces concepts physiques la pensée de l'enfant élabore en outre tout une classe de concepts logiques et logico-mathématiques, comme les concepts d'ordre, de système, de fonction, d'interaction, de conservation, de permanence, d'invariance qui soulignent vivement la différence entre la pensée prélogique et intuitive et la pensée abstraite, concrète et logique. Ces concepts logico-

mathématiques se différencient des concepts physiques proprement dits, basés sur l'élaboration de l'expérience directe car ils concernent moins les propriétés des objets que les relations de dépendance ou d'indépendance des objets mêmes avec l'action du sujet. À ces concepts s'en ajoutent d'autres de nature encore différente comme le concept d'équilibre, le concept d'inertie ou celui de système, qui tout en étant liés à l'activité expérimentale comprennent toutefois des situations où représentations et capacités opératoires semblent se rencontrer.

3. Les projets et les contenus de l'enseignement

En discutant donc sur une pédagogie de projet pour l'enseignement scientifique est obligatoire de revenir au concept de contenu qui pourrait être défini comme « ce dont un système didactique peut susciter l'apprentissage par les apprenants du fait d'un enseignement » (Daunay, 2015, p. 28). Ainsi, en tant que contenu scolaire, nous pourrions définir « de multiples objets, de natures cognitives différentes : savoirs, savoir-faire, compétences, rapports à, valeurs, comportements, etc » (Daunay, 2015, p. 25).

Mais ce retour au contenu de l'enseignement peut être réalisé sur la base des concepts développés dans les cadres de la théorie et de la recherche de didactique des sciences physiques et chimiques et des sciences de la vie et de la Terre comme la représentation mentale (Andersson & Karrqvist, 1983; Castro & Rodriguez, 2014; Anthopoulou & Ravanis, 2016), l'obstacle et les objectifs-obstacles (Martinand, 1986, 1989), la transposition didactique (Chevallard, 1985; Bosch & Gascon, 2006; Vellopoulou & Ravanis, 2010), le contrat didactique (Triquet & Guillaud, 2012; Brousseau & Warfield, 2014), des communautés scientifiques et éducatives ont été élaboré de projets pour l'enseignement des sciences. En tant que chercheurs et/ou enseignants des sciences, il nous paraît clair que ces notions sont primordiales. Dans le but de vérifier cette constatation nous avons étudié plusieurs exemples de recherche, à la fois dans l'enseignement préscolaire, primaire et secondaire et nous avons d'abord mené une analyse qualitative de ces différentes études. Pour chaque étude, nous avons donc cherché à repérer les concepts principaux et nous avons tenté d'identifier les autres concepts et leurs possibilités d'utilisation au sein d'éventuels projets appliqués dans des classes réelles. Ainsi nous avons trouvé et analysé des projets basés sur divers domaines cognitifs : mécanique, chaleur et température, optique, électricité, Univers et Terre, corps, génétique, évolution, réaction chimique, substances etc.

À l'intérieur de chacun de ces domaines la recherche en didactique des sciences physiques et chimiques et des sciences de la vie et de la Terre, individualise une série de problématiques qui constituent le support ou le véhicule à travers lequel on construit les propositions d'expériences et d'essais et les pratiques dans la classe qui visent au développement de connaissances, de capacités cognitives et de processus (Kokologiannaki & Ravanis, 2013; Rodriguez & Castro, 2016). En ce sens l'on estime qu'il n'est pas nécessaire et opportun dans la pratique de l'enseignement de déployer toutes les problématiques proposées dans le projet, mais simplement un certain nombre

d'entre elles ou un certain nombre de sous-problématiques. En réalité, l'objectif que nous nous proposons pour l'enseignement des sciences physiques et naturelles n'est pas celui d'une connaissance de type encyclopédique mais celui d'une approche pédagogique, éducative et didactique qui, sans négliger l'importance de connaître et expliquer une partie du monde phénoménologique, contribue de façon particulière au développement des capacités intellectuelles et de comportement des élèves.

Pour les enseignants les concepts de la didactique ont un caractère primordial au sens où ils leur permettent d'améliorer leur activité professionnelle. Ils offrent un large spectre d'opportunités, à condition que les maîtres qui les mettent en œuvre aient reçu une formation suffisante pour les pratiquer. D'une manière plus générale, la possibilité de l'élaboration de concepts peut être considérée comme l'expression de leur perfectionnement professionnel et éducatif.

Plus généralement, l'élaboration d'un projet pour l'enseignement des sciences physiques et chimiques et des sciences de la vie et de la Terre doit respecter les principes suivants :

- Le projet devrait tenir compte de tous les facteurs qui entrent dans la complexité de problèmes (p. ex. facteurs naturels, technologiques, écologiques, culturels etc).
- Le projet devrait souligner l'importance de la participation active dans la solution des problèmes.
- Le projet devrait adopter l'élaboration et l'élaboration des connaissances à acquérir dans un cadre de travail interdisciplinaire.

4. Discussion et propositions

Chaque problématique est en effet développée suivant un certain chemin ou parcours didactique, rejoignant des équilibres et surmontant des obstacles conceptuels et cognitifs à travers une série des étapes intermédiaires en un certain sens autonome par rapport à l'ensemble des étapes qui constituent un parcours didactique. Les parcours didactiques à l'intérieur de chaque problématique sont en réalité différents et peuvent être traversés par les élèves à l'aide du cadre général de l'enseignement à l'aide de l'enseignant en tenant compte de toute une série de conditions au contour dont l'analyse, de première importance, n'est pas comprise dans le but de cette approche. Par exemple, le cadre théorique du courant théorique « Tutelle – Médiation » offre un spectre des possibilités pour que les enseignants puissent travailler avec les enfants dans le cadre d'un projet qui conduit aux changements (Dumas Carré & Weil-Barais, 1998). Ces changements portent à la fois sur: les questions à traiter, les dispositifs expérimentaux pertinents, les procédés, les modèles explicatifs, les systèmes des représentations symboliques, les formes de causalité, les formes des échanges entre les personnes.

À chaque étape d'un parcours correspond une expérience ou un essai qui tout en assumant une propre autonomie constitue toutefois l'élément d'un discours plus complexe et complet. Il n'est pas possible dans le cadre de cette relation d'analyser tous les parcours et toutes les étapes du projet. Pourtant, généralement, l'on peut dire que

chaque étape demande avant tout une préparation adéquate d'instruments matériels et des stratégies didactiques que chaque enseignant organise sur la base de considérations préliminaires qui concernent le niveau intellectuel et comportemental des enfants (Kampeza & Ravanis, 2012; Rodriguez & Castro, 2014; Grigorovitch, 2015). Ensuite, l'enseignant devra mener l'expérimentation de façon telle qu'elle valorise l'aspect problématique de chaque étape à l'intérieure d'un parcours didactique, en reliant la phase successive avec la nécessité d'approfondir ou de dépasser un certain niveau de connaissance.

Évidemment, les divers parcours établis s'adaptent de façon différente aux objectifs et aux buts du développement des compétences et des capacités d'apprentissage ou des processus des élèves. En tout cas l'objectif sera atteint si, en passant à travers les parcours, les efforts et les réussites de la connaissance avec les mêmes instruments que nos prédécesseurs, nous sommes parvenues à rapprocher l'esprit et le comportement de nos élèves de la façon de penser et de la pratique des chercheurs en didactique des sciences physiques et chimiques et des sciences de la vie et de la Terre. On les aura aussi aidé à dépasser la connaissance vulgaire basée sur le sens commun en triomphant de la fragilité de ce que Bachelard (1980) appelle « l'expérience première ».

Références

1. Andersson, B., & Karrqvist, C. (1983). How Swedish pupils aged 12-15 years understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387-402.
2. 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.
3. Bachelard, G. (1980). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
4. Bosch, M., & Gascon, J. (2006). Twenty five years of the didactic transposition. *ICMI Bulletin*, 58, 51-65.
5. Boutinet, J.-P. (2005). *Anthropologie du projet*. Paris: Presses Universitaires de France.
6. Brousseau, G., & Warfield, V. (2014). Didactical Contract and the teaching and learning of Science. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 1-7). Netherlands: Springer.
7. Castro, D. (2013). Light mental representations of 11-12 year old students. *Journal of Social Science Research*, 2(1), 35-39.
8. 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.
9. Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
10. Daunay, B. (2015). Contenus et disciplines : une problématique didactique. Dans B. Daunay, C. Fluckiger et R. Hassan (dir.), *Les contenus d'enseignement et*

- d'apprentissages. *Approches didactiques* (pp. 19-41). Pessac : Presse Universitaire de Bordeaux.
11. Dumas Carré, A., & A. Weil-Barais (Éds) (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne: P. Lang.
 12. Dupin, J. J., & Johsua, S. (1985). Teaching Electricity: interactive evolution of representation, models and experiments in a class situation. In R. Duit, W. Jung & C. von Rhöneck (Eds), *Aspects of understanding electricity: proceedings of an international workshop: an inventory of research results concerning the representation of students' knowledge of electricity and its uses for the improvement of teaching*. Kiel, Germany: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität.
 13. Galand, B. (2006). La motivation en situation d'apprentissage : les apports de la psychologie de l'éducation. *Revue Française de Pédagogie*, 155, 5-8.
 14. Glauert, E. B. (2009). How young children understand electric circuits: prediction, explanation and exploration. *International Journal of Science Education*, 31(8), 1025-1047.
 15. Gönen, S., & Kocakaya, S. (2010). A cross-age study on the understanding of heat and temperature. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 2(1), 1-15.
 16. Grigorovitch, A. (2015). Teaching optics perspectives: 10-11 year old pupils' representations of light. *International Education & Research Journal*, 1(3), 4-6.
 17. Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017). Introduction to magnets for lower primary school students. *European Journal of Education Studies*, 3(3), 144-154.
 18. Huber, M. (1999). *Apprendre en projets : la pédagogie du projet-élèves*. Paris: Chronique Sociale
 19. Kamii, C. (1982). *La connaissance physique et le nombre à l'école enfantine. Approche piagétienne. Pratiques et théorie*. Genève: Université de Genève.
 20. Kamii, C., & Kato, Y. (Eds). (2007). *Piaget's constructivism and early childhood education: I. Physical-knowledge activities*. Okayama City, Japan: Daigaku Kyoiku.
 21. Laval, A. (1985). Chaleur, température, changements d'état. *Aster*, 1, 115-132.
 22. Kampeza, M. & Ravanis, K. (2012). Children's understanding of the earth's shape: an instructional approach in early education. *Skholê*, 17, 115-120.
 23. Kokologiannaki, V. & Ravanis, K. (2013). Greek sixth graders mental representations of the mechanism of vision. *New Educational Review*, 33(3), 167-184.
 24. Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
 25. Martinand, J.-L. (1989). Des objectifs-capacités aux objectifs-obstacles: deux études des cas (pp. 217-227). In N. Bednarz & C. Garnier (Dir.), *Construction des savoirs, obstacles et conflits*. Ottawa: CIRADE/Agence d'Arc.
 26. Nertivich, D. (2014). Sciences activities in preschool age: the case of elementary magnetic properties. *Journal of Advances in Humanities*, 1(1), 1-6.
 27. Piaget, J. (1973). *The child's conception of the world*. St. Albans Herts: Paladin.
 28. Ravanis, K. (2000). La construction de la connaissance physique à l'âge préscolaire : recherches sur les interventions et les interactions didactiques. *Aster*, 31, 71-94.

29. Ravanis, K. (2012). Représentations des enfants de 10 ans sur le concept de lumière : perspectives piagétienne. *Schème - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, 4(1), 70-84.
30. 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.
31. Resta-Schweitzer, M., & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science, Mathematics & ICT Education*, 1(1), 63-82.
32. 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.
33. 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.
34. Triquet, E., & Guillaud, J.-C. (2012). Démarche d'investigation, résistance des élèves et rupture du contrat didactique : difficultés d'enseignants débutants. In ARDIST, *Actes des 7^e rencontres scientifiques* (pp. 433-440). Bordeaux: ARDIST.
35. Vellopoulou, A. & Ravanis, K. (2010). A methodological tool for approaching the didactic transposition of the natural sciences in kindergarten school: the case of the "states and properties of matter" in two Greek curricula. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 4(2), 29-42.
36. Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*, St-Laurent: Éditions du Renouveau Pédagogique.
37. Voutsina L. & Ravanis, K. (2013). Magnetism and Gravity: mental representations of students 15-17 years old from a historical and teaching perspective. *Journal of Social Science Research*, 1(3), 49-57.
38. Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138.
39. Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge Ma: MIT Press.
40. Wallon, H. (1968). *L'évolution psychologique de l'enfant*. Paris: A. Colin.
41. Weil-Barais, A. (2001). Constructivist approaches and the teaching of science. *Prospects*, 31(2), 187-196.
42. Zimmermann-Asta, M. L. (1990). *Concept de chaleur: Contribution à l'étude des conceptions d'élèves et de leurs utilisations dans un processus d'apprentissage*. Thèse de doctorat, Genève: FPSE-Université de Genève.

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/).