

# Rôle de l'épistémologie et l'histoire des sciences dans l'enseignement

MUSTAPHA OLDACHE

*Laboratoire de Didactique des Sciences  
École Normale Supérieure de Kouba, Alger  
Algérie  
Mustapha.oldache@g.ens-kouba.dz*

## ABSTRACT

*The purpose of introducing epistemology and the history of science into university education remains poorly understood, which has led to reluctance on the part of the students concerned. However, insufficient mastery of scientific concepts has been pointed out as a major source of misconceptions. We are interested here in the opinions of learners (they are in fact future high school physics teachers) concerning the epistemological and historical dimensions of teaching. The field study carried out in this perspective has shown that the majority of the students questioned are in favor of such a restructuring of the programs, but the objectives and purpose of it are not clear enough for many of them.*

## KEYWORDS

*Physics education, epistemology, history of sciences*

## RÉSUMÉ

*La finalité de l'introduction de l'épistémologie et l'histoire des sciences dans l'enseignement universitaire reste mal comprise de la part des apprenants et même de certains enseignants. On s'intéresse ici aux avis des apprenants (ce sont en fait de futurs enseignants de sciences physiques de lycée) concernant les dimensions épistémologiques et historiques de l'enseignement. L'étude de terrain menée dans cette perspective a montré que la majorité des étudiants questionnés est favorable à de l'introduction de l'épistémologie et l'histoire des sciences dans les programmes mais les objectifs et la finalité d'une telle initiative ne sont pas assez clairs pour nombre d'entre eux.*

## MOTS-CLÉS

*Didactique de physique, épistémologie, histoire des sciences*

## INTRODUCTION

L'importance de l'histoire des sciences (HS) et de l'épistémologie (E) a été soulignée par plusieurs auteurs (Bächtold & Guedj, 2014; Matthews 1994; Vitoratos & Sakkopoulos, 2015). Des actions ont été entreprises dès le 19<sup>ème</sup> siècle afin d'introduire ces disciplines dans les cursus. Aujourd'hui de nombreux pays les ont incluses dans leurs programmes d'éducation officiels. Mains avantages sont escomptés à travers ces initiatives (Bulle 2010):

- Elles peuvent permettre aux apprenants d'acquérir une culture scientifique solide.
- Elles permettent de mieux comprendre le « fonctionnement de la science » ainsi que ses enjeux socio-économiques et culturels.
- Elles permettent aux apprenants de franchir certains obstacles épistémologiques particulièrement résistants.

## PROBLÉMATIQUE

L'enseignement classique des sciences présente celles-ci comme étant d'une logique froide, basée uniquement sur les faits et les expériences et indépendantes des croyances, des cultures et du contexte socio-économique. En somme, la science est enseignée comme étant sans histoire (aux sens propre et figuré). Or cette approche d'enseignement de la science nous prive, selon Witkowski (2008), d'un ressort pédagogique puissant et explique, du moins en partie, la désaffection des jeunes pour les sciences (Boilevin, & Ravanis, 2007). Enseigner la science sans repères historiques et sans prémisses épistémologiques revient à la ramener à une suite de découvertes faites plus ou moins au hasard grâce au génie de savants illuminés travaillant en solitaire. Les inter-dépendances de la science avec la culture et le contexte socio-économique sont totalement ignorés dans cette approche.

Force est de constater que cette approche est réductrice et ne permet en aucune manière de comprendre ni le fonctionnement de la science ni son véritable rôle dans la société. Comme l'a souligné Astolfi (2001), il n'est plus possible d'enseigner la science aujourd'hui comme on le faisait autrefois pour la simple raison que le paysage pédagogique a subi une métamorphose profonde. L'apparition des Nouvelles Technologies de l'Information et des Communications (NTIC) a, en effet, complètement changé nos rapports avec l'apprentissage et les connaissances.

L'utilisation de ces technologies, en particulier les moyens informatiques et l'internet, a fait que la mémorisation des connaissances est reléguée désormais au second plan. La maîtrise de l'outil informatique, des NTIC et de l'internet représente actuellement une part importante des compétences requises dans pratiquement toutes les filières. Par ailleurs, il est clair que les approches pédagogiques modernes sont centrées sur l'apprenant et non sur la connaissance. Celui-ci n'est plus cet élève docile, passif, tenu d'apprendre ses leçons et de faire ses devoirs régulièrement.

Avec les méthodes pédagogiques modernes (dont le constructivisme est l'archétype), l'apprenant est devenu l'acteur principal dans le processus d'enseignement-apprentissage. Il ne s'agit plus pour lui d'apprendre des connaissances pré-établies mais de rechercher les informations nécessaires et d'accomplir par lui-même des activités afin de construire les connaissances dont il a besoin. Or la mise en œuvre d'une telle pratique est facilitée par le recours aux études historiques et épistémologiques (Germann, 2016; Kipnis, 2014; Raichvarg, 1987). Plusieurs travaux ont établi des liens entre les conceptions erronées des apprenants et les obstacles épistémologiques auxquels ont été confrontés les scientifiques au cours de l'histoire. Certains auteurs ont préconisé de mettre à profit cette liaison afin d'aider les apprenants à corriger leurs conceptions erronées (Heywood, 2005; Morange, 2008; Pantoja, Moereira, & Herscovitz, 2012).

Le succès de l'introduction de l'E et l'HS dans l'enseignement est tributaire de l'avis et l'adhésion des apprenants à ce sujet: y sont-ils favorables ou bien considèrent-ils cela comme un

alourdissement inutile des programmes ? Une étude de terrain au moyen d'un questionnaire a été menée afin d'essayer d'apporter des éléments de réponse à ces questionnements.

## CADRE MÉTHODOLOGIQUE

### *Le questionnaire*

L'objectif principal de l'étude est de connaître les diverses opinions des étudiants quant à l'introduction de E et ES dans l'enseignement. Le questionnaire a été conçu par des enseignants-chercheurs appartenant à une équipe de recherche en didactique de la physique, cette équipe étant rattachée au Laboratoire de Didactique des Sciences de l'École Normale Supérieure de Kouba. Les items du questionnaire sont inspirés de divers travaux en didactique, histoire et épistémologie des sciences (Bunge, 1960; Carnap, 1973). Le but du questionnaire était de savoir dans quelle mesure les étudiants questionnés étaient favorables à l'introduction de l'histoire des sciences et l'épistémologie dans l'enseignement. Une durée de 20 minutes a été accordée aux apprenants pour répondre au questionnaire et il leur a été demandé de justifier leurs réponses dans la mesure du possible.

### *L'échantillon*

Le questionnaire a été soumis à un échantillon de 52 apprenants (32 filles et 20 garçons dont la tranche d'âge est comprise entre 21 et 24 ans) vers la fin de leur dernière année de formation du "diplôme d'enseignants de lycée, spécialité physique" (système classique de type BAC+5). Les apprenants questionnés sont de futurs enseignants de physique-chimie de lycée et ont suivi un module d'histoire des sciences et d'épistémologie durant l'année en question. Ce module comporte deux parties : l'histoire des sciences et l'épistémologie. Il est dispensé sous forme de cours magistraux et vise à faire découvrir aux étudiants (futurs enseignants de lycée) les aspects historique et épistémologique de la physique. Dans sa partie historique, le module comporte des cours sur l'histoire de la physique depuis l'antiquité jusqu'à l'époque moderne. Dans sa partie épistémologique, le module comporte des généralités sur l'épistémologie ; après quoi, les différents courants épistémologiques sont passés en revue et discutés.

## RÉSULTATS ET ANALYSE

Il a été demandé aux étudiants questionnés de ne choisir qu'une seule réponse parmi celles proposées. Cela ne signifie pas, pour autant, qu'une seule réponse est "juste" et les autres "fausses". Le but du questionnaire était seulement de recueillir les opinions des étudiants concernant les thèmes abordés.

On présente ci-après les résultats du questionnaire accompagnés de leur analyse. En plus des pourcentages obtenus pour chaque question, on a jugé utile de citer quelques commentaires des étudiants, choisis parmi les plus significatifs et les plus partagés, afin d'affiner plus les réponses choisies.

Le but de la question 1 (Tableau 1) est de connaître quel est l'aspect le plus intéressant de HS pour les apprenants. Les résultats montrent que 50% des apprenants estiment que l'aspect le plus intéressant de HS, c'est de connaître l'évolution des idées et des concepts scientifiques au cours de l'histoire. 18% des apprenants questionnés pensent que c'est la biographie des savants. Enfin, 8% ont penché pour les anecdotes historiques et 24% ont choisi la réponse « *Je ne sais*

pas ». Un des apprenants a argumenté sa réponse en déclarant que : « *HS nous permet de voir comment évoluent les connaissances et comment apparaissent les idées nouvelles* ». Ces résultats montrent que les avis des étudiants concernant l'aspect le plus intéressant de HS sont assez diversifiés. Il faut préciser que l'utilisation des études historiques comme outil pédagogique, telle que préconisée par de nombreux didacticiens (Guedj & Dusseau 1999), n'est pas du tout à l'ordre du jour dans les écoles et universités algériennes.

**TABLEAU 1**  
*Question 1*

<b>Quel est l'aspect le plus intéressant dans l'histoire des sciences, selon toi ?</b>	
<b>1</b>	La biographie des savants
<b>2</b>	Les anecdotes historiques
<b>3</b>	L'évolution des idées et des concepts au cours de l'histoire
<b>4</b>	Je ne sais pas

Le but de la question 2 (Tableau 2) est de savoir ce que représente E pour les apprenants. Les résultats montrent que 32% des apprenants considèrent que E consiste en une étude critique des fondements de la science. 18% des apprenants considèrent E comme étant une philosophie de la science. Enfin, 12% des apprenants considèrent E comme un discours général sur la science. Un des apprenants a justifié sa réponse par : « *L'épistémologie est une critique de la science et elle est très utilisée dans l'approche par compétence* ». Ces résultats montrent qu'un pourcentage important des apprenants (de l'ordre du 1/3) voit E comme une étude critique des sciences. Il est surprenant, par contre, qu'un fort pourcentage (38%) a répondu qu'ils ne savaient pas ce qu'était l'épistémologie.

**TABLEAU 2**  
*Question 2*

<b>Que représente l'épistémologie pour toi ?</b>	
<b>1</b>	Une philosophie des sciences
<b>2</b>	Une étude critique des fondements de la science
<b>3</b>	Un discours généraliste sur les sciences
<b>4</b>	Je ne sais pas

Le but de la question 3 (Tableau 3) est de connaître l'opportunité de l'introduction de HS dans les programmes du point de vue des apprenants. La majorité des apprenants est favorable à l'introduction de HS dans les programmes puisque 48% d'entre eux la considèrent comme un enrichissement des programmes. 34% d'entre eux considèrent HS comme une nécessité. Enfin, 12% des apprenants la considèrent comme un alourdissement des programmes. Un des apprenants a argumenté sa réponse par : « *HS permet aux élèves de mieux comprendre les concepts et de connaître les difficultés auxquelles ont été confrontés les savants au cours de l'histoire* ». Selon ces résultats, une très forte majorité des apprenants est favorable à l'introduction de HS dans les programmes, considérant cela comme étant soit une nécessité, soit comme un enrichissement. Seule une petite minorité d'entre eux considèrent cette introduction comme un alourdissement des programmes.

**TABLEAU 3***Question 3*

<b>L'introduction de l'histoire des sciences dans l'enseignement représente pour toi :</b>	
<b>1</b>	Un alourdissement des programmes
<b>2</b>	Un enrichissement des programmes
<b>3</b>	Une nécessité
<b>4</b>	Je ne sais pas

Le but de la question 4 (Tableau 4) est de savoir quel est le degré d'importance de l'épistémologie aux yeux des apprenants. La majorité des apprenants (46%) ne voient pas l'utilité de l'introduction de E dans les programmes puisqu'ils ont choisi la réponse « *Je ne sais pas* ». 22% seulement d'entre eux la considèrent comme une nécessité : « *Tout enseignant doit pouvoir détecter les erreurs dans les programmes et aviser les responsables* ». 12% d'entre eux la considèrent comme un alourdissement des programmes. Pour cette question qui est similaire à la précédente, la majorité des apprenants ne voient pas l'utilité de l'introduction de E dans les programmes.

**TABLEAU 4***Question 4*

<b>L'introduction de l'épistémologie dans l'enseignement représente pour toi :</b>	
<b>1</b>	Une nécessité
<b>2</b>	Un alourdissement des programmes
<b>3</b>	Un enrichissement des programmes
<b>4</b>	Je ne sais pas

Le but de la question 5 (Tableau 5) est de connaître l'impact global de l'étude de HS et de E sur les apprenants. La majorité des apprenants (42%) estiment que HS et E ont enrichi leur culture générale. 30% d'entre eux estiment qu'elles leur ont permis de mieux voir les bienfaits de la science sur la société. Enfin 18% des apprenants ont déclaré qu'elles n'ont eu aucun effet sur eux. Un des apprenants a argumenté sa réponse par : « *Quand on étudie HS et E, on se sent capable de faire des découvertes et d'innover* ». Selon ces résultats, la majorité des apprenants estiment que HS et E ont eu un impact positif sur eux dans la mesure où elles ont soit enrichi leur culture, soit permis de mettre en valeur les retombées positives de la science. Il est intéressant de noter que les résultats diffèrent complètement en ce qui concerne l'épistémologie lorsque celle-ci est associée à l'histoire des sciences dans les questions.

**TABLEAU 5***Question 5*

<b>Quel a été l'impact de l'étude de l'histoire des sciences et l'épistémologie sur toi ?</b>	
<b>1</b>	Elle t'a rendu plus sensible aux conséquences du progrès scientifique sur l'humanité
<b>2</b>	Elle a enrichi ta culture générale
<b>3</b>	Elle n'a eu aucune influence
<b>4</b>	Je ne sais pas

Le but de la question 6 (Tableau 6) est de connaître l'utilité de HS et E dans la vie professionnelle. La majorité des apprenants (46%) pensent que HS et E leur permettront de dispenser un enseignement de qualité. 18% d'entre eux estiment qu'elles leur permettront d'enjoliver leurs cours avec des anecdotes historiques et 14% pensent qu'elles ne leur seront d'aucune utilité. Un des apprenants a argumenté sa réponse par : «*HS et E me permettront de porter une autocritique sur les sujets d'examens et les devoirs que je proposerai à mes élèves* ». Cette question est similaire à la question précédente mais concerne cette fois-ci la vie professionnelle. La majorité des apprenants estiment que HS et E leur seront utiles lorsqu'ils deviendront enseignants.

**TABLEAU 6**  
*Question 6*

<b>En quoi l'épistémologie et l'histoire des sciences vont t'être utiles quand tu seras enseignant ?</b>	
<b>1</b>	Elles te permettront de donner un enseignement de qualité
<b>2</b>	Elles te seront inutiles
<b>3</b>	Elles te permettront d'agrémenter tes cours par des anecdotes historiques
<b>4</b>	Je ne sais pas

Le but de la question 7 (Tableau 7) de connaître dans quelle mesure les apprenants sont favorables à l'introduction de HS et E dans l'enseignement. La majorité des apprenants (46%) ont déclaré, qu'une fois décideurs, ils renforceront HS et E dans l'enseignement. 18% d'entre eux ont l'intention de les laisser telles quelles. Enfin, 10% des apprenants veulent supprimer HS et E des programmes. Un des apprenants a argumenté sa réponse par : «*L'enseignant qui ne connaît pas HS et E a certainement des lacunes parce que son rôle n'est pas seulement d'inculquer des connaissances mais aussi de les critiquer* ».

**TABLEAU 7**  
*Question 7*

<b>Quelle mesure concernant l'épistémologie et l'histoire des sciences prendrais-tu si tu devenais ministre de l'éducation ?</b>	
<b>1</b>	Tu renforceras ces matières
<b>2</b>	Tu les supprimeras des programmes
<b>3</b>	Tu les laisseras telles quelles
<b>4</b>	Je ne sais pas

Cette question est similaire aux questions 3 et 4 mais elle concerne cette fois-ci l'épistémologie et l'histoire des sciences réunies alors qu'elles étaient séparées dans ces questions-là. Bien que beaucoup d'apprenants aient déclaré, en réponse à la question 4, qu'ils ignoraient ce qu'était l'épistémologie, une forte majorité d'entre eux ont répondu à la question 7 (qui, elle, associe E et HS) en disant qu'ils renforceront HS et E ou, du moins, les laisseront telles quelles. L'attitude de ceux qui veulent supprimer HS et E est possiblement due à la surcharge des programmes.

Le but de la question 8 (Tableau 8) est de connaître quelle conséquence a eu l'étude de HS et E sur la vision des apprenants sur la science. La majorité des apprenants (46%) ont déclaré que HS et E a permis de renforcer leur confiance en la science. Pour 16% d'entre eux, c'est plutôt

l'effet inverse. Il serait intéressant d'interpréter ces conceptions des apprenants questionnés à la lumière des études épistémologiques (Fourez 2002; Soler 2009). Enfin, pour 16% des apprenants, elle a été « sans influence ». Un des étudiants questionnés a argumenté sa réponse par : « *J'ai réalisé que la science c'est la recherche de la vérité et ma confiance envers les théories s'est accrue lorsque j'ai pris connaissance de leurs fondements et leur évolution* ». Selon ces résultats, HS et E ont eu un impact positif sur les apprenants questionnés puisqu'elles ont permis de renforcer leur confiance en la science. Cela est, à notre sens très important, vu l'influence néfaste des courants anti-scientifiques sur les jeunes.

**TABLEAU 8**  
*Question 8*

<b>Comment l'étude de l'épistémologie et l'histoire des sciences a modifié ta conception de la science ?</b>	
<b>1</b>	Elle a renforcé ta confiance en la science
<b>2</b>	Elle a diminué la crédibilité de la science à tes yeux
<b>3</b>	Sans influence
<b>4</b>	Je ne sais pas

Le but de la question 9 (Tableau 9) est de connaître quelle influence a eu l'étude de HS sur les apprenants quant à leur compréhension des idées et concepts scientifiques. Un fort pourcentage des apprenants attribuent un rôle positif à HS quant à la compréhension des idées et concepts scientifiques puisque, pour 34% d'entre eux, elle permet de « *mieux voir leur évolution* ». 30% des questionnés estiment qu'elle permet de comprendre leur naissance. Par contre, 10% des apprenants estiment qu'elle n'a eu aucune influence sur ces plans et 26% d'entre eux ont choisi la réponse « *Je ne sais pas* ». Un des apprenants questionnés a argumenté sa réponse par : « *Connaître l'origine des concepts et idées scientifiques permet une compréhension plus poussée* ». Ces résultats confirment ceux de la question 1. Le taux de réponses « *je ne sais pas* » est également similaire pour les deux questions. Cela consolide la cohérence des réponses et semble vouloir dire que les apprenants, loin de répondre au hasard, ont bien réfléchi aux réponses qu'ils apportaient aux items du questionnaire.

**TABLEAU 9**  
*Question 9*

<b>Quelle influence peut avoir l'étude de l'histoire des sciences sur la compréhension des idées et des concepts scientifiques ?</b>	
<b>1</b>	Elle permet de mieux comprendre leur genèse
<b>2</b>	Elle permet de mieux voir comment ils évoluent
<b>3</b>	Aucune influence
<b>4</b>	Je ne sais pas

Le but de la question 10 (Tableau 10) est de connaître l'influence de E sur les apprenants quant à leur compréhension des concepts scientifiques et leur mise en relation. Un bon pourcentage des apprenants (40%) estime que E permet de mieux voir les relations entre les différents concepts. 12% des questionnés estiment que E permet d'approfondir leur compréhension des concepts et le même pourcentage pense qu'elle n'a aucune influence sur ce plan. Le pourcentage des apprenants

qui ne savent pas qu'elle a été cette influence est important (36%). Un des apprenants questionnés a argumenté sa réponse par : « *Comprendre comment naissent les sciences et comment elles évoluent permet d'établir des liens entre les différents concepts* ». Ces résultats montrent que, pour la majorité des questionnés, l'étude de E a été bénéfique pour eux parce qu'elle leur permet de mieux voir les relations entre les différents concepts. Cela est très important car certaines études (Riopel, 2005) ont montré que les apprenants, loin de construire des connaissances cohérentes, ne retiennent du processus enseignement-apprentissage que des notions disparates et que leurs connaissances sont souvent fragmentaires.

**TABLEAU 10**  
*Question 10*

<b>Quelle peut être l'influence des études épistémologiques sur la compréhension des concepts scientifiques ?</b>	
<b>1</b>	Elle permet d'approfondir leur compréhension
<b>2</b>	Elle permet de mieux voir les relations entre les différents concepts
<b>3</b>	Sans influence
<b>4</b>	Je ne sais pas

## CONCLUSION

L'intégration de l'HS et l'E dans l'enseignement présente des avantages multiples : l'approfondissement des concepts, la sensibilisation aux impacts socio-économiques de la science, la restitution du visage humain à la science, etc. Le problème est que ces matières risquent d'être appréhendées comme étant un alourdissement des programmes. L'étude que nous avons menée au moyen d'un questionnaire semi-ouvert auprès de futurs enseignants des sciences physiques de lycée a montré que ceux-ci sont, dans l'ensemble, favorables à l'intégration de HS et E dans les programmes quoique cette perception positive est plus prononcée en ce qui concerne HS et l'est moins en ce qui concerne E. Le rôle de l'épistémologie reste, en effet, mal compris. Cela s'explique peut-être par le fait que les étudiants questionnés n'ont suivi, durant leur cursus, qu'un seul module d'E et d'HS. Ce module comprend uniquement des cours (présence non obligatoire) et nullement des travaux dirigés ou des travaux pratiques. Aussi, il est souhaitable que des efforts supplémentaires soient faits afin de mieux sensibiliser les apprenants quant à l'importance de HS et E dans l'enseignement (Winrich & Garik, 2021).

## RÉFÉRENCES

- Astolfi, J. P. (2001). *Eduquer et former*. Auxerre: Sciences Humaines Edition.
- Bächtold, M., & Guedj, M. (2014). Teaching energy informed by the history and epistemology of the concept with implications for teacher education. In M. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp.211-243). Springer.
- Boilevin, J.-M., & Ravanis, K. (2007). L'éducation scientifique et technologique à l'école obligatoire face à la désaffection: Recherches en didactique, dispositifs et références. *Skholé, HS*(1), 5-11.



- Bulle, N. (2014). Les raisons épistémologiques et psychologiques de l'enseignement des disciplines. In *De l'instruction publique à l'Éducation Nationale : quel rôle pour l'école ?* (pp. 131-146). Paris: B. Lochmann, SDAU.
- Bunge, M. (1960). *La science, sa méthode et sa philosophie*. Paris: Vigdor.
- Carnap, R. (1973). *Les fondements Philosophiques de la Physique*. Paris: Armand Colin.
- Fourez, G. (2002). *La construction des sciences*. Bruxelles: Edition Université De Boeck.
- Germann, B. (2016). *Apports de l'épistémologie à l'enseignement des sciences. Enseignements primaire et secondaire*. Paris: Éditions Matériologiques.
- Guedj, M., & Dusseau, J. M. (1999). À propos d'une formation des enseignants des sciences physiques à l'épistémologie et l'histoire des sciences. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 815, 991-1005.
- Heywood, D. (2005). Primary teacher's learning and teaching about light: some pedagogic implications for Initial teacher training. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1447-1475.
- Kipnis, N. (2014). Thermodynamics and Mechanical Equivalent of Heat. *Science & Education*, 23, 2007-2044.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York, London: Routledge.
- Morange, M. (2008). *À quoi sert l'histoire des sciences?* Versailles, France: Éditions Quæ.
- Pantoja, C. C., Moereira, M. A., & Herscovitz, V. E. (2012). Implementation of a didactic proposal on fundamental concepts of quantum mechanics with students of a professional master's degree in physics teaching. *Latin-American Journal of Physics Education*, 6(4), 519-529.
- Raichvarg, D. (1987). La didactique a-t-elle raison de s'intéresser à l'histoire des sciences ? *Aster*, 5, 3-34.
- Riopel, M., (2005). *Épistémologie et enseignement des sciences*. Retrieved from [http://classiques.uqac.ca/contemporains/riopel\\_martin/epistemologie\\_ens\\_sciences/Epistemologie\\_enseign\\_sc.pdf](http://classiques.uqac.ca/contemporains/riopel_martin/epistemologie_ens_sciences/Epistemologie_enseign_sc.pdf).
- Soler, L. (2009). *Introduction à l'épistémologie*. Paris: Ellipses.
- Vitoratos, E., & Sakkopoulos, S. (2015). The contribution of history and philosophy to the conceptual approach of Physics. Old and new puzzles. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(1), 93-104.
- Winrich, C., & Garik, P. (2021). Integrating History of Science in in-service Physics Teacher Education: Impact on teachers' practice. *Science & Education*, 30, 1099-1130.
- Witkowski, N. (2008). Une science sans histoire ? *Skholè*, 1, 6-11.