

ISRG Journal of Arts, Humanities and Social Sciences (ISRGJAHSS)



ISRG PUBLISHERS

Abbreviated Key Title: ISRG J Arts Humanit Soc Sci

ISSN: 2583-7672 (Online)

Journal homepage: <https://isrgpublishers.com/isrgjahss>

Volume – IV Issue -I (January- February) 2026

Frequency: Bimonthly



La démarche d'investigation dans l'enseignement des Sciences Physiques et Naturelles : tendances et courants

Dimitri Nertivich

M. Sc., Primary Education, Russian Federation

| **Received:** 29.12.2025 | **Accepted:** 03.01.2026 | **Published:** 05.01.2026

***Corresponding author:** Dimitri Nertivich

M. Sc., Primary Education, Russian Federation

Abstract

In this article, a study is presented on the theoretical origins of the investigative approach as they can be traced in the relevant literature on the learning and teaching of the physical and natural sciences. After addressing some fundamental difficulties arising from traditional processes in the teaching of physical and natural sciences, questions related to the effectiveness of pedagogical practices, the relationship with the curriculum, training, the representations of pupils, etc. are discussed. Three different framework techniques for science teaching are also presented with the inquiry approach and relevant examples are given.

Keywords: Inquiry based approach, the teaching of Physical and Natural Sciences.

1. Introduction

La recherche contemporaine à la didactique des sciences physiques et naturelles a montré que les enseignants se détournent des méthodes d'enseignement orientées vers l'activité, plus efficaces, pour préférer des méthodes 'faciles' et, la plupart du temps, inadéquates et inappropriées (Arun, 2019; Castro, 2018; Draganoudi et al. 2023). Mais comme la qualité de tout programme éducatif dépend des enseignants, nous avons besoin qu'ils soient intellectuellement et professionnellement compétents et suffisamment formés pour s'adapter à la dynamique du développement et de l'évolution scientifiques et pour remplir leurs fonctions à un niveau beaucoup plus satisfaisant. Pour étayer ce point, il a été souligné que même un bon programme d'études dans

un laboratoire bien approvisionné ne donnerait toujours pas le résultat souhaité entre les mains d'un enseignant incompétent (Arun, 2023).

Les sciences physiques et naturelles, en tant que matières scolaires, ont souvent un taux de préférence élevé dans les choix des élèves. Au contraire, les résultats des élèves aux examens sont insatisfaisants, même dans les écoles qui disposent des équipements d'enseignement et d'apprentissage nécessaires. Par conséquent, l'amélioration de la qualité des programmes de formation des enseignants est l'un des besoins indispensables (Ouarzeddine et al., 2023; Prajapati, 2025). Bien que l'enseignement des sciences se situe à un niveau important de la

hiérarchie des autres matières scientifiques, les recherches dans ce domaine ont été relativement faibles en ce sens qu'ils n'ont pas réussi à inspirer les décisions politiques nécessaires à des changements majeurs dans le domaine de l'éducation (Delors.....). L'enseignement des sciences se conforme généralement aux méthodes conventionnelles et continue d'être dominé par les enseignants, ce qui le rend aussi ennuyeux et peu inspirant qu'auparavant.

Pour enseigner efficacement une matière, il faut savoir de quoi il s'agit et dans quel but cette matière a été introduite dans le programme scolaire. Il est donc pertinent pour les enseignants de sciences de soulever des questions telles que celles soulevées par la littérature au niveau international : Dans quel but les sciences ont-elles été introduites pour la première fois dans les programmes des écoles élémentaires et secondaires ? Quels sont les antécédents historiques du développement des programmes scientifiques depuis leurs premières apparitions dans le cadre de l'éducation générale des enfants ? Quelles sont les tendances de continuité qui se sont produites dans les programmes scientifiques des écoles primaires et/ou secondaires ? Enfin, comment les théories éducatives et psychologiques ont-elles influencé la sélection, l'organisation et la présentation du matériel scientifique dans le cadre du programme scolaire ? Ces questions sont importantes pour ceux qui enseignent les sciences, que ce soit au niveau primaire ou secondaire. Il n'est pas inutile de dire que l'intérêt pour l'apprentissage des sciences augmente dans tous les pays du monde. Chaque pays s'efforce de produire des scientifiques et des technologues plus nombreux et mieux formés. Cela se justifie par le fait que la science a relativement récemment pris de l'importance en tant que fondement de la puissance et de la productivité nationales. Par conséquent, la tâche principale de l'enseignant en sciences est de transmettre à ses élèves des expériences choisies dans ce domaine.

En effet, les nouveaux systèmes éducatifs qui se sont développés à partir du milieu du 20^e siècle presque partout dans le monde à des rythmes différents comme il est naturel, ont mis l'accent sur la formation scientifique et technologique des élèves en tant que priorité (Kerkeni Boulabiar, 2026; Ouarzeddine et al., 2023). Selon ces politiques nationales et internationales dans le domaine de l'éducation, les objectifs de l'enseignement des sciences et de la technologie se sont élargis et sont allés au-delà de la simple transmission de connaissances. Des concepts tels que l'acquisition de connaissances, les idées alternatives ou les représentations mentales des enfants, l'apprentissage actif, la résolution de problèmes, les compétences, la créativité ont commencé à créer des champs de recherche et d'application. Les enseignants peuvent favoriser l'utilisation de tous ces concepts en concevant des environnements d'enseignement qui respectent l'originalité et l'individualité de leurs élèves en mettant l'accent sur les rythmes individuels, la coopération et l'interaction. L'objectif des professeurs de sciences devrait être de faire passer l'élève de la passivité à l'activité et de l'imitation à la créativité. Ce nouveau système éducatif vise à présenter les sciences comme des systèmes de recherche plutôt que comme de simples corpus de connaissances.

2. Enseignement et apprentissage des sciences physiques et naturelles : quelques remarques sur la démarche d'investigation

Plusieurs théories de l'apprentissage ont été proposées et adoptées par des psychologues et/ou des pédagogues. Certaines stratégies, telles que l'apprentissage verbal significatif d'Ausubel, la taxonomie des objectifs de Bloom, les hiérarchies de compétences de Gagné, l'apprentissage par la découverte de Bruner et la théorie du développement de l'intelligence de Piaget, pour ne citer que quelques possibilités, sont toutes significatives et se sont toutes révélées efficaces dans certaines circonstances.

Certains aspects de ces approches ont davantage porté sur l'enseignement des sciences physiques et naturelles. Bruner (1960), par exemple, affirme qu'il peut y avoir un transfert de concepts et de stratégies d'une situation d'apprentissage à l'autre au sein d'une même discipline ou d'une matière à l'autre. Mais il lie cette possibilité à l'exploitation de la méthode d'apprentissage par la découverte. La découverte implique toutes les formes d'obtention de connaissances par soi-même en utilisant ses propres processus mentaux. Cette approche est considérée comme parallèle aux méthodes de résolution de problèmes et utilise les capacités de découverte de l'élève. La démarche de l'investigation dans ce champ éducatif, est issue de la découverte. Elle va plus loin que la découverte en ce sens qu'elle implique de trouver des réponses ou des raisons pour lesquelles un certain problème existe, en vue de trouver des solutions à des problèmes cachés dans la nature.

Dans ce contexte, nous trouvons souvent une tendance particulière qui adopte une conception de détection des idées naïves des élèves, un processus d'enseignement basé sur ces idées et une conception de recherche de l'efficacité de l'enseignement sur les idées des enfants (Hoang, 2019; Sotirova, 2017). Cependant comme une méthode d'enseignement visant à découvrir comment les scientifiques développent, comprennent et appliquent de nouvelles connaissances ou idées par le biais d'un questionnement systématique, d'hypothèses et d'expériences qui impliquent la découverte plutôt que la vérification des faits, c'est-à-dire le démarche d'investigation plutôt que le produit. Il s'agit d'une démarche organisée et dirigée dont les activités sont orientées par une solution provisoire qui détermine les faits à sélectionner en fonction de leur pertinence par rapport à la solution du problème. Ici, la responsabilité de l'apprentissage est clairement placée sur les élèves. Il pose des questions et examine les solutions possibles.

Si on accepte l'hypothèse que la curiosité des enfants offre une motivation naturelle pour s'informer, le modèle de la démarche d'investigation est construit autour de confrontations intellectuelles. L'élève est confronté à une situation déroutante et s'interroge à son sujet. Tout ce qui est inattendu ou inconnu peut être à l'origine d'un événement discordant. L'objectif ultime étant que les élèves fassent l'expérience de la création de nouvelles connaissances, la confrontation doit être basée sur des idées découvrables. Ainsi ce modèle est né d'une croyance dans le développement d'apprenants indépendants. Les enfants sont curieux et désireux de grandir et l'investigation tire parti de leurs explorations naturelles et énergiques en leur donnant des instructions spécifiques afin qu'ils explorent de nouveaux domaines avec plus de force. L'objectif général de la démarche d'investigation est d'aider les élèves à développer la discipline intellectuelle et les compétences nécessaires pour poser des questions et chercher des réponses à partir de leur curiosité. Le développement donc de la démarche de l'investigation conduit les élèves à s'interroger de manière indépendante, mais dans le respect de la discipline. Ainsi on veut que les élèves se demandent pourquoi les événements se produisent comme ils le font, qu'ils

acquièrent et traitent les données de manière logique et qu'ils développent des stratégies intellectuelles générales qu'ils peuvent utiliser pour découvrir pourquoi les choses sont telles qu'elles étaient.

Plusieurs recherches aboutissent à la conclusion que les élèves peuvent devenir de plus en plus conscients de leur processus de recherche et qu'il est possible de leur enseigner directement les procédures scientifiques. Souvent elles rapportent que la formation à la recherche a permis d'améliorer la compréhension de la productivité scientifique, la pensée créative et les compétences en matière d'obtention et d'analyse d'informations (Perdana et al., 2024). Il a indiqué qu'elle était plus efficace que les méthodes conventionnelles d'enseignement par récitation pour l'acquisition d'informations, mais qu'elle était aussi efficace que la récitation ou les cours magistraux accompagnés d'expériences en laboratoire. Cependant, une question intéressante est de savoir si la méthode fonctionne mieux lorsque les confrontations sont fortes, suscitant une véritable perplexité, et lorsque le matériel utilisé par les élèves pour explorer les sujets à l'étude est particulièrement construit pour l'enseignement.

Dans les processus de la démarche d'investigation, les enseignants agissent comme des catalyseurs plutôt que comme des distributeurs d'informations ou des connaissances. Ils proposent aux élèves des problèmes, des questions et des interrogations, puis les encouragent à s'interroger sur la nature des problèmes et les guident dans la recherche de solutions. Ils aident les élèves à trouver ou à poser des problèmes, à enquêter et à clarifier leurs positions et leurs conclusions. Pour fonctionner, les élèves formulent et testent des hypothèses qu'ils développent, pour finalement arriver à des conclusions, des généralisations ou des solutions.

3. Enseignement ou formation par la démarche de l'investigation

L'intérêt actuel pour la recherche remonte en grande partie aux travaux des pédagogues comme Dewey, des psychologues comme Bruner et les épistémologues de la connaissance comme Piaget. Ils soutenaient que l'apprenant devait développer les capacités intellectuelles et la sensibilité nécessaires pour résoudre les problèmes par l'investigation, et ce constamment dans la salle de classe. L'approche est basée sur la méthode scientifique d'investigation qui exige de poser un problème, de générer une hypothèse sur le problème, de tester l'hypothèse et d'appliquer la solution. Ce modèle promeut les stratégies de recherche ainsi que les valeurs et les attitudes essentielles à un esprit curieux, notamment les compétences en matière de processus (observation, collecte et organisation des données, identification et contrôle des variables, formulation et vérification des hypothèses et des explications, déduction), l'apprentissage actif et autonome, l'expression verbale, la tolérance à l'ambiguïté, la persévérance et la pensée logique (Pérez-Lisboa & Castañeda-Pezo, 2023).

La démarche d'investigation développe tous les domaines des objectifs comportementaux de l'éducation : les domaines cognitifs, affectifs et psychomoteurs. Pour un grand nombre de chercheurs contemporains l'essence du modèle est l'implication des élèves dans un véritable problème d'enquête en les confrontant à un domaine d'investigation, en les aidant à identifier un problème conceptuel ou méthodologique dans ce domaine d'investigation et en les invitant à concevoir des moyens de surmonter ce problème (Ravanis, Kaliampou & Pantidos, 2021)). Ainsi, ils voient la connaissance en train de se faire et sont initiés à la communauté des chercheurs. En même temps, ils acquièrent un respect sain pour

la connaissance et apprendront probablement à la fois les limites de la connaissance actuelle et sa fiabilité (Rodriguez, 2018; Tin, 2016).

Cependant, il existe un certain nombre de modèles d'enseignement des disciplines en tant que processus de recherche, tous construits autour des concepts et des méthodes des disciplines particulières et des niveaux scolaires différents. Par exemple, en sciences physiques et naturelles pour l'école maternelle, une approche systématique propose et étudie la construction de modèles précurseurs, c'est-à-dire d'entités compatibles avec les connaissances scientifiques scolaires, mais dont les caractéristiques fonctionnelles et structurelles sont limitées (Ravanis, 2020). Cette approche favorise probablement aussi l'ouverture d'esprit et la capacité à suspendre son jugement et à équilibrer les alternatives. En mettant l'accent sur la co-construction, elle cultive également l'esprit de coopération et la capacité à travailler avec d'autres dans le cadre de l'investigation.

La tendance mondiale sur l'enseignement des sciences est de faire les sciences physiques et naturelles une matière de base pour tous les élèves et, pendant 30-40 ans, un mouvement majeur de réforme de l'enseignement des sciences s'est développé dans de nombreux pays. En réalité, l'objectif de la nouvelle approche est de présenter les sciences comme des systèmes de recherche plutôt que comme de simples corpus de connaissances. À cette fin, les programmes scientifiques ont défié les modèles d'enseignement transmissifs. La base des approches innovatrices est d'enseigner aux élèves à traiter l'information en utilisant des techniques similaires à celles des chercheurs, c'est-à-dire en identifiant les problèmes et en utilisant un spectre des méthodes particulières pour les résoudre. Cette approche donc, met l'accent sur le contenu et le processus. Pour aider les élèves à comprendre la nature de la science, les stratégies développées à partir des théories pertinentes, introduisent les élèves aux méthodes de recherche en même temps qu'aux idées et aux faits.

Si nous examinons un texte institutionnel comme un programme scolaire, nous constatons qu'il consiste principalement ou entièrement en une série d'affirmations positives non qualifiées. Ce type d'exposé, l'énoncé des conclusions qui proviennent directement des sciences qui proviennent directement des sciences, a longtemps été la rhétorique standard des manuels, des curricula et des instructions officielles, de l'école maternelle au niveau supérieur. Il présente de nombreux avantages, dont la simplicité et l'économie d'espace ne sont pas les moindres. Néanmoins, elle soulève de sérieuses objections. Tant par omission que par commission, elle donne une image fautive et trompeuse de la nature de la science (Xiang & Han, 2024). Par omission, une rhétorique des conclusions a deux effets malheureux sur les élèves. Elle donne l'impression que la science est constituée de vérités inaltérables et fixes. Or, ce n'est pas le cas. Le rythme accéléré des nouvelles connaissances et les courantes épistémologiques au cours des dernières années ont montré très clairement que la connaissance scientifique est réversible. Il s'agit d'un codex temporaire, continuellement restructuré au fur et à mesure que de nouvelles données sont mises en relation avec les anciennes.

Le choix unilatéral de la formulation des conclusions scientifiques tend également à donner l'impression que celles-ci sont exhaustives. Dans ce cas, l'élève n'est pas informé et ne comprend donc pas que la recherche scientifique se poursuit à un rythme toujours plus rapide et aboutit à de nouveaux résultats. Le choix de mettre l'accent sur les résultats ne signifie pas que la connaissance

scientifique soit autre chose qu'une simple référence à des faits observés, mais qu'il s'agit d'un ensemble de connaissances qui se forment lentement et provisoirement à partir de matériaux bruts. Il ne montre pas que ces matériaux, ces données, proviennent d'observations, d'hypothèses et d'expériences spécialement conçues. Il n'autorise pas à être mis en avant que les plans d'expériences et d'observations découlent des problèmes posés et que ces problèmes, à leur tour, découlent des concepts qui résument nos connaissances antérieures.

Dans une salle de classe conventionnelle, l'enseignant donne une image fausse et trompeuse de la nature de la science. Le facteur enseignant a été identifié comme délicat pour la mise en œuvre réussie de l'enseignement des sciences. Ce facteur est manifestement majeur pour expliquer les déficiences dans la prestation d'un enseignement scientifique de bonne qualité en général. Le problème réside dans le fait que l'enseignant ne comprend pas ou ne s'intéresse pas à la nature même de la science. De nombreux enseignants se comportent et pensent de manière scientifique sur la base de leur formation en sciences, mais ils ne comprennent pas la nature et les objectifs fondamentaux de la science, étant donné que l'enseignement universitaire en sciences naturelles n'aborde généralement pas les questions liées à l'histoire et à la méthodologie des sciences naturelles. D'un autre côté, il y a le problème de la poursuite de règles d'enseignement qui conduisent aux techniques avec lesquelles les enseignants ont été formés lorsqu'ils étaient élèves. Ces techniques d'enseignement créent un environnement intellectuel défavorable dans lequel les sciences naturelles enseignées dans les salles de classe ordinaires et/ ou traditionnelles ne sont que de simples constructions empiriques trop faibles pour soutenir la transition des représentations mentales naïves des élèves vers les connaissances scientifiques scolaires et suffisamment complexes pour porter à confusion.

Par-dessus tout, et c'est très important, une rhétorique des conclusions ne montre pas que les scientifiques, comme les autres hommes, sont capables d'erreurs, et qu'une grande partie de la recherche a été consacrée à la correction des erreurs. Une rhétorique des conclusions ne montre pas que nos concepts de synthèse sont testés par la fécondité des questions qu'ils suggèrent, et que ces tests sont continuellement révisés et remplacés. L'essence de l'enseignement de la science en tant que recherche consisterait donc à montrer certaines des conclusions de la science dans le cadre de la manière dont elles apparaissent et sont testées. Cela signifie qu'il faut expliquer aux élèves les idées posées et les expériences réalisées, indiquer les données ainsi trouvées et suivre l'interprétation par laquelle ces données ont été converties en connaissances scientifiques.

Il existe cependant plusieurs techniques pour enseigner les sciences sous forme d'investigation. Cela dépend de ces trois types d'investigation qui constituent une schématisation entre autres:

L'investigation guidée : Il s'agit d'une forme d'investigation dans laquelle l'enseignant structure la leçon et guide l'ensemble de la situation didactique. Il pose le problème et le décompose en question plus simples et peut même donner des conseils sur les étapes que les élèves doivent suivre pour répondre aux questions. Souvent, cette approche fait référence à ce qu'on appelle une stratégie empiriste pour l'apprentissage et l'enseignement, ou du moins difficile à distinguer (Bembich & Bologna, 2025). Dans cette perspective, on peut inclure l'enquête par démonstration. C'est une méthode d'investigation où les concepts sont démontrés

comme des faits fixes à partir desquels les élèves doivent tirer des conclusions, soit par le biais de questions posées par l'enseignant, soit par leur propre observation directe. Voyons maintenant un exemple concret. Il existe une vaste littérature dans laquelle il est avancé que la lumière est un concept qui présente de grandes difficultés à comprendre, car elle n'est pas facilement reconnue comme une entité indépendante des sources lumineuses et des surfaces fortement éclairées (Adi et al., 2023; Castro, 2013; Ravanis et al., 2002; Voutsinos, 2025). Cela entraîne des conséquences sur l'approche de divers phénomènes optiques, comme, par exemple, la formation des ombres (Grigorovitch, 2015; Grigorovitch & Nertivich, 2017; Nertivich, 2016 ; Ravanis et al., 2005) ou la vision et la couleur (Grigorovitch, 2020; Mediphat & Hoang, 2025; Rodriguez, 2023; Sotirova, 2018). Ainsi, dans le but de créer une intervention pédagogique fondée sur l'investigation, après avoir étudié les difficultés de pensée des élèves, un cycle d'activités a été conçu et mis en œuvre avec un design et un rythme linéaire, avec l'initiative et la guidance systématique des enseignants et des élèves qui, pour surmonter leurs difficultés, se sont complètement adaptés à ce modèle (Castro & Rodriguez, 2014; Grigorovitch, 2014; Rodriguez & Castro, 2016).

L'investigation libre. Une forme d'investigation dans laquelle les élèves formulent le problème à résoudre, conçoivent des méthodes et des techniques pour résoudre le problème et mènent l'enquête en vue d'une conclusion. Les racines les plus profondes d'une telle approche se trouvent dans la tradition piagétienne en termes de compréhension théorique de la manière dont l'apprentissage est atteint (Basri et al., 2025 ; Brainerd, 1984; Okulu & Unver, 2018; Smith, 2009). Cependant, son adaptation au niveau des pratiques pédagogiques divise les rôles entre élèves et enseignants (Castro, 2020; Yuksel, & Bryan, 2023). Un exemple typique du développement d'activités pédagogiques avec une approche « investigation libre » est celui des programmes visant à initier les jeunes enfants aux propriétés magnétiques élémentaires (Grigorovitch & Nertivich, 2017; Nertivich, 2014). Dans ces approches, les enseignants de maternelle présentent des aimants aux enfants, sans leur montrer comment les utiliser. Dès que les enfants sont familiers avec ces matériaux, ils commencent à organiser de petites constructions, des représentations d'objets, etc. À cette étape, l'enseignant de maternelle enregistre les activités des enfants et leurs actions, difficultés et échecs. L'enseignant leur demande quels sont leurs objectifs et les encourage s'ils réussissent à atteindre un résultat souhaité. Lorsque l'enseignant découvre qu'il échoue à atteindre ses objectifs ou que l'enseignant juge qu'une intervention d'adultes est nécessaire pour fixer des objectifs plus complexes, il intervient soit selon les plans qu'il/elle avait prédits, soit selon un développement inattendu. À la fin de l'activité, les enfants demandent souvent à répéter la même activité malgré leur succès initial. Ils sont très probablement motivés par la satisfaction obtenue par ce succès ainsi que par l'encouragement et l'appréciation de l'enseignant. D'un point de vue didactique, la répétition de ces activités est également très importante car l'ordre des activités exige la coordination de plusieurs actes particuliers, ce qui ne doit pas être considéré comme accompli malgré le fait que l'enfant ait atteint l'objectif souhaité. Il arrive souvent que les enfants échouent lorsqu'ils essaient de répéter la même activité. La répétition des activités stabilise la coordination cognitive et prépare la pensée de l'enfant à atteindre une coordination similaire supplémentaire.

L'investigation équilibrée. Elle se situe entre l'enquête guidée et l'enquête libre. L'enseignant fournit le problème et demande aux élèves de mener l'enquête, éventuellement en groupes. L'enseignant joue le rôle de personne-ressource en apportant son aide afin d'éviter la frustration ou le manque de progrès des élèves (Kada & Ravanis, 2016; Rodriguez, 2019). Ce type d'investigation est souvent utilisé dans l'étude des phénomènes thermiques (Nertivich, 2018; Royani et al., 2025; Tin 2018, 2024; Zulkipli & Surat, 2022). Par exemple, dans la recherche sur le sujet des changements d'état de la matière, après que l'enseignant a soulevé la question, il donne souvent l'initiative aux élèves d'étudier le phénomène, certains ayant de grandes difficultés à identifier les sources de chauffage (comme la coagulation dans le congélateur du réfrigérateur ou dans l'air froid) et d'autres présentent des comportements imprévisibles dès le départ (comme la température constante lors du changement d'état) (Ravanis, 2013; Rodriguez & Castro, 2014; Tin, 2019, 2022). Lors de la réalisation par les élèves de procédures expérimentales et de mesures, les enseignants interviennent pour relever les obstacles insurmontables. Cette activité réciproque crée généralement les conditions pour équilibrer les rôles lors de l'investigation.

4. Discussion

Comme on peut le constater, la démarche d'investigation dans l'enseignement des Sciences Physiques est une perspective importante et large pour l'apprentissage et l'enseignement. Cependant, cela pose de nombreuses difficultés car les matières d'enseignement sont extrêmement nombreuses et s'étendent à un large éventail d'âges des élèves. Il est donc très difficile d'imaginer cette approche comme un cours linéaire simple avec une application générale et une structure d'actions fixe. Il s'agit plutôt d'un cadre d'orientations pour la planification et l'activité d'enseignement.

Cependant, dans ce cadre, il existe des éléments fixes comme, par exemple, l'étude des représentations ou des conceptions alternatives des élèves pour des concepts et des phénomènes. Il existe également des relations structurelles entre les éléments, comme la relation entre les représentations et les activités de laboratoire qui permettent leur transformation ou l'équilibre délicat entre les plans d'enseignement et le programme scolaire.

Un autre point important est le bon choix du type de démarche d'investigation par rapport à des variables telles que la matière enseignée ou le niveau scolaire/l'âge des enfants. En effet, si, par exemple, nous travaillons avec les aimants mentionnés ci-dessus, l'activité libre des enfants avec ce matériau a une signification complètement différente au collège ou à la maternelle. En maternelle, l'activité libre est un terme désignant la découverte des actions magnétiques de base, tandis qu'au collège, elle stimule la créativité et la productivité des élèves dans le développement d'applications basées sur les propriétés magnétiques.

Références

1. Adi, Y. K., Widodo, A., Sopandi, W., & Muslim. (2023). Students' Visual representation of lights and visions. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8546-8553. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.5240>
2. Arun, Z. (2019). Le passage des sciences physiques et naturelles à leur didactique : réflexions sur un cadre pour la formation des enseignants. *European Journal of Education Studies*, 6(2), 50-60.

3. 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>
4. Basri, N. A., Kusairi, S., Sunaryono, Ivan Danar Aditya Irawan, I. D. & Dirgah Kaso Sanusi, D. K. (2025). Teachers' perspectives on students' conceptual difficulties in magnetism: Challenges and instructional implications. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(3), 493-506. <https://doi.org/10.26618/w21dyv67>
5. Bembich, C., & Bologna, V. (2025). Recognising patterns of authentic inquiry-based approach to foster children's scientific reasoning process. *Frontiers in Education*, 10, 1574267. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1574267>
6. Brainerd, C. J. (1984). Piaget and Education. In O. G. Selfridge, E. L. Rissland & M. A. Arbib (Eds), *Adaptive Control of Ill-Defined Systems*, vol 16. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8941-5_1
7. Bruner, J. (1960). *The Process of Education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
8. Castro, D. (2013). Light mental representations of 11–12-year-old students. *Journal of Social Science Research*, 2(1), 35-39.
9. Castro, D. (2020). The scientific experience as teaching reality. *European Journal of Alternative Education Studies*, 5(2), 49-59.
10. 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.
11. Draganoudi, A., Lavidas, K., Kaliampou, G., & Ravanis, K. (2023). Developing a research instrument to record preschool teachers' beliefs about teaching practices in Natural Sciences. *South African Journal of Education*, 43(1), 2031. <https://doi.org/10.15700/saje.v43n1a2031>
12. 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.
13. 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.
14. Grigorovitch, A. (2020). L'enseignement des phénomènes optiques dans un cadre de démarche d'investigation. *European Journal of Education Studies*, 7(6), 147-156.
15. Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017). Introduction to magnets for lower primary school students. *European Journal of Education Studies*, 3(3), 144-154.
16. 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.
17. Hoang, V. (2019). L'enseignement de la physique à partir des représentations : un projet collaboratif. *European Journal of Education Studies*, 6(9), 306-315.
18. 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.
19. 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. <https://doi.org/10.15700/saje.v36n2a1233>
20. Kampeza, M., Vellopoulou, A., Fragkiadaki, G. & Ravanis, K. (2016). The expansion thermometer in preschoolers' thinking. *Journal of Baltic Science Education*, 15(2), 185-193. <https://doi.org/10.33225/jbse/16.15.185>
 21. Kerkeni Boulabiar, A. (2026). Sciences Physiques et Technologie dans les programmes scolaires de l'enseignement Tunisien. *Mediterranean Journal of Education*, 6(1), 162-177.
 22. Mediphat, M., & Hoang, V. (2025). Color in the minds of 15-year-old students: an exploratory and didactic approach. *ISRG Journal of Arts Humanities & Social Sciences*, 3(6), 42-47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17505153>
 23. Nertivich, D. (2014). Sciences activities in preschool age: the case of elementary magnetic properties. *Journal of Advances in Humanities*, 1(1), 1-6.
 24. 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.
 25. Nertivich, D. (2018). Concepts thermiques de base chez les élèves de 17 ans. *European Journal of Education Studies*, 4(2), 145-154.
 26. Okulu, H., & Unver, A. (2018). The process of facilitating knowledge acquisition and retention: An inquiry into magnetic poles with challenging questions. *International Education Studies*, 11(5), 25-37. <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/ies/article/view/72071>
 27. 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>
 28. Ouarzeddine, A., Ouasri, A., Gomatos, L., Boulabiar, A., & Ravanis, K. (2025). Étude comparative des systèmes de la formation initiale des enseignants des sciences physiques et de la technologie de quatre pays méditerranéens : L'Algérie, la Grèce, le Maroc et la Tunisie. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 20(1), 33-49. <https://doi.org/10.54343/reiec.v20i1.462>
 29. Perdana, R., Yanfika, H., Sholehurrohman, R. & Bertiliya, W. A. (2024). Developing worksheet-based 7E learning cycle to foster elementary school students' critical and creative thinking skills. *Journal of Educational Management and Instruction*, 4(1), 196-212.
 30. Pérez-Lisboa, S., & Castañeda-Pezo, P. (2023). Tests de habilidades científicas: observar, comunicar y formular hipótesis. Validación de los instrumentos. *Revista de Educación y Desarrollo*, 64, 53-60. https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/antiores/64/64_PerezLisboa.pdf
 31. Prajapati, S. (2025). Advancing Science Education: A Comprehensive Review of Pedagogical Innovations from 2010-2023. *Asian Journal of Applied Science and Technology*, 9(1), 89-106.
 32. 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. <https://doi.org/10.12681/ppej.38>
 33. 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
 34. Ravanis, K., Kaliampou, G., & Pantidos, P. (2021). Preschool children science mental representations: the sound in space. *Education Sciences*, 11(5), 242. <https://doi.org/10.3390/educsci11050242>
 35. Ravanis, K. Papamichaël, Y. & Koulaïdis, V. (2002). Social marking and conceptual change: the conception of light for ten-year old children. *Journal of Science Education*, 3(1), 15-18.
 36. Ravanis, K. Zacharos, K. & Vellopoulou, A. (2010). The formation of shadows: the case of the position of a light source in relevance to the shadow. *Acta Didactica Napocensia*, 3(3), 1-6. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1056131>
 37. 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
 38. 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.
 39. Rodriguez, J. (2023). Les caractéristiques générales de la transformation dans la pensée des élèves : un exemple de l'optique géométrique élémentaire. *European Journal of Education Studies*, 10(2), 80-91.
 40. 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. <https://doi.org/10.24297/jah.v1i1.5151>
 41. 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.
 42. Royani, S. N. M., Artanti, K. P. A. I., Putri, R. A., & Parno, P. (2025). Analysis of item difficulty and student misconceptions on temperature and heat using a two-tier diagnostic test. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 9(1), 144-152. <https://doi.org/10.20527/jipf.v9i1.14401>
 43. Smith, L. (2009). Piaget's pedagogy. In U. Müller, J. I. M. Carpendale, & L. Smith (Eds.), *The Cambridge companion to Piaget* (pp. 324-343). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/>
 44. Sotirova, E.-M. (2017). L'apprentissage en sciences expérimentales : la recherche et l'enseignement. *European Journal of Education Studies*, 3(12), 188-198.
 45. Sotirova, E.-M. (2018). Cartes conceptuelles et formation des enseignants du primaire. Le cas de la vision dans l'optique géométrique. *European Journal of Alternative Education Studies*, 3(2), 22-31.

46. Tin, P. S. (2018). Élaboration expérimentale des représentations mentales des élèves de 16 ans sur les concepts thermiques. *European Journal of Education Studies*, 4(7), 141-150.
47. 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.
48. 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>
49. Tin, P. S. (2024). La chaleur et la température dans la pensée des élèves de 16 ans. *European Journal of Education Studies*, 11(6), 1-12.
50. Voutsinos, C. (2025). 9–10-year-old students' ideas about light as an entity: teaching perspectives. *European Journal of Alternative Education Studies*, 10(2), 53-64. <http://dx.doi.org/10.46827/ejae.v10i2.6131>
51. Xiang, J., & Han, C. (2024). Effect of STSE approach on high school students' understanding of Nature of Science. *Journal of Science and Educational Technology*, 33, 263-273. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10053-0>
52. Yuksel, T., & Bryan, L. (2023). Students' Models of magnetic interactions: A comparative analysis of accurate and inaccurate models over a ten-year interval. *Science Insights Education Frontiers*, 18(1), 2785-2824.
53. Zulkipili, 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>