

Modèles précurseurs à l'apprentissage des Sciences Physiques et Naturelles. Questions ouvertes et perspectives

NGOC ANH OKE NGUYEN

Hanoi Open University
Vietnam
naokenguyen@gmail.com

ABSTRACT

This text simply raises a few questions regarding the significance, value and scope of precursor models, not only from a research perspective but also from an educational one. In an attempt to facilitate this correlation, the following issues are raised: the scope of application of precursor models; the relationship between precursor models and modelling; the correlation of precursor models with the school teaching process; and the identification and creation of precursor models.

KEYWORDS

Precursor models, physical and natural sciences, learning and teaching of sciences

RÉSUMÉ

Ce texte pose simplement quelques questions sur des questions liées à l'importance, à l'intérêt et à la portée des modèles précurseurs non seulement du point de vue de la recherche mais aussi du point de vue éducatif. Dans une tentative de rendre possible cette corrélation, les questions du champ d'application des modèles précurseurs sont soulevées, la relation entre modèles précurseurs et modélisation, la corrélation des modèles précurseurs avec le processus d'enseignement scolaire ainsi que l'identification et la création des modèles précurseurs.

MOTS- CLÉS

Modèles précurseurs, sciences physiques et naturelles, apprentissage et enseignement des sciences

INTRODUCTION

Je me suis familiarisé avec le concept de modèles précurseurs en lisant le livre de Lemeignan et Weil-Barais (1993) intitulé « *Construire des concepts en physique ; l'enseignement de la mécanique* » pendant mes études à la fin des années 90. Il était déjà écrit depuis près de 20 ans et, lorsque j'ai cherché de la littérature pertinente car j'étais très intéressé par l'enseignement de la mécanique, je n'ai trouvé que quelques articles des mêmes auteurs issus des mêmes recherches. Ce manque m'a paru étrange, du moins pour la bibliographie en français, car en même temps les questions de création de modèles dans la pensée des élèves étaient un sujet important de recherche (Martinand et al., 1992). Cependant, bien qu'il y ait eu de fréquentes références dans la littérature dans les années suivantes, le concept ne semble pas avoir fait l'objet d'une élaboration systématique au niveau de la recherche ou de la théorie.

J'ai redécouvert le concept de modèle précurseur bien plus tard dans un autre contexte, c'est-à-dire, dans des recherches consacrées à la pensée des enfants d'une catégorie particulière,

celui d'élèves de l'éducation préscolaire. En effet, dans diverses régions du monde, de petits groupes de chercheurs qui semblent avoir trouvé un sens particulier à ce concept ont commencé à présenter des recherches sur l'approche des jeunes enfants aux sciences physiques et naturelles à travers des efforts visant à former, en pensée, de modèles précurseurs. Ces recherches constituaient toutefois une sorte de prolongement naturel de la « vague » initiale, puisque les auteurs ont pleinement adopté le cadre théorique de Weil-Barais et Lemeignan et ont commencé à adapter leurs outils théoriques et méthodologiques aux besoins spécifiques de la petite enfance. En cherchant les premières traces de la littérature dans cette direction, nous pouvons identifier un éventail constant de groupes de recherche travaillant dans cette perspective dans divers pays tels que l'Espagne (García-Rodeja-Gayoso et al., 2023), la France (Delserieys et al., 2014), la Grèce (Ravanis et al., 2013), le Mexique (Canedo Ibarra & Gómez Galindo, 2022), etc., ou dans des efforts impliquant des chercheurs de plus d'un pays. Dans cette nouvelle approche, il est évident que l'âge des enfants est considéré comme un facteur déterminant dans la manière dont la question est posée. Autant le concept de modèle précurseur est propre à celui du modèle, travailler avec de tels jeunes enfants a inévitablement un caractère introductif et cela impose une insistance sur les caractéristiques fonctionnelles et non structurelles d'une entité mentale.

Dans cette perspective, un intérêt particulier s'est développé pour la pensée des jeunes enfants et leur initiation aux sciences, physiques et naturelles, ce qui a progressivement conduit à des compositions laissant une empreinte constante. Cependant, la présence d'une petite communauté scientifique internationale qui étudie et soutient systématiquement la recherche sur les modèles de précurseurs dès son plus jeune âge laisse des traces de l'intérêt de ce concept pour les questions d'initiation aux sciences. Cependant, étant donné que l'enseignement réel des sciences a lieu dans les classes scolaires avec des enfants plus âgés, il reste la question de savoir si ce concept reste intéressant pour l'enseignement primaire ou secondaire. Je comprends que la façon dont je pose cette question puisse susciter un débat parallèle sur l'importance de l'éducation précoce, c'est-à-dire pendant l'éducation préscolaire, mais je souhaite aller au-delà de cette question en portant mon attention sur la pertinence du concept de modèle précurseur pour les élèves plus âgés.

QUESTIONS OUVERTES

Quel est le champ d'application des modèles précurseurs ?

Comme déjà mentionné, l'introduction du concept de modèle précurseur est apparue dans les questions d'apprentissage et d'enseignement en mécanique (Weil-Barais, 2022). Dans ce premier travail dans lequel le concept de modèle précurseur a été proposé et compilé, un effort de recherche a été mis en œuvre pour aborder la mécanique scolaire des élèves en fin de scolarité secondaire, visant à comprendre les dimensions conceptuelles fondamentales du domaine telles que la force, la quantité de mouvement, l'énergie et leurs applications dans différentes situations expérimentales. Pour un traitement approfondi et une formation de la pensée des enfants, tous les outils intellectuels qui constituent un champ plus large en physique ont été étudiés : les représentations et leur construction, les concepts, les modèles, les principes, les activités expérimentales et la modélisation des situations, la construction de relations fonctionnelles, les propositions hypothétiques, etc.

Au cours du développement progressif d'un tel programme, la nécessité de créer des entités mentales spéciales, les modèles précurseurs, a été identifiée, qui, bien que compatibles avec la mécanique, n'appartiennent pas à son répertoire théorique typique et ont été formées précisément pour répondre aux besoins spécifiques de l'apprentissage et de l'enseignement. En effet, afin de permettre la transition du monde intuitif au monde scientifique, le modèle

précurseur des interactions pour le concept de force et les modèles précurseurs des chaînes d'énergie et de la distribution pour le concept d'énergie ont été proposés (Lemeignan & Weil-Barais, 1994; Weil-Barais, 1994a, 1994b, 1994c, 2001).

Cependant, le programme de recherche potentiel des modèles précurseurs n'a pas été poursuivi par ses créateurs originaux, mais est resté actif grâce à leurs élèves, bien que l'accent ait désormais été mis sur l'éducation des enfants de 3 à 8 ans, ce qui a eu un impact significatif sur le type d'approche puisque chez les jeunes enfants, on ne peut pas parler d'enseignement des sciences (Ravanis, 2020; Ravanis & Boilevin, 2022). Ainsi, une question importante se pose et il reste toujours très intéressant d'étudier avec quels éléments structurels et fonctionnels le concept de modèle précurseur pourrait offrir des solutions aux problèmes d'apprentissage d'autres domaines cognitifs tels que la chaleur, la réaction chimique, l'évolution des êtres vivants, les plaques lithosphériques, etc. Il est certain que les réponses à ces questions sont extrêmement complexes, car le développement d'un programme d'apprentissage de sujets comme ceux dont nous avons parlé, basé sur l'hypothèse de la formation de modèles précurseurs, nécessite la création d'outils à partir de zéro et de programmes de recherche à grande échelle. En même temps, elle exige l'appropriation d'une perspective sans large diffusion, c'est-à-dire la navigation dans un contexte pour lequel le matériel est limité, une orientation uniquement vers la construction intellectuelle de la mécanique et la coexistence de chercheurs en didactique et en psychologie orientés vers les questions d'apprentissage, si bien sûr le schéma de recherche avec lequel cet effort a commencé est adopté. Bien sûr, il ne pourrait pas y avoir de réponse s'il n'y a pas de redémarrage de ce parcours de recherche, et il semble qu'il existe déjà une mobilité relative, car il existe déjà des groupes de recherche travaillant sur le concept du modèle précurseur chez des enfants âgés de 10 à 11 ans, comme, par exemple, en chimie (Kermen & Blat, 2024).

Peut-on passer des modèles précurseurs à la modélisation finale ?

L'hypothèse de la possibilité de former des modèles précurseurs dans la pensée des enfants d'âge préscolaire ou de petite enfance semble confirmée par des recherches sur un large éventail de sujets dans les sciences physiques et naturelles [tels que, par exemple, les phénomènes thermiques (Ioannou, 2026), la flottaison et l'immersion (García-Rodeja Gayoso et al., 2026), la friction (Pantidos & Fotiadi, 2026)]. Cela crée, sans aucun doute, un point de départ pour passer des préconceptions, représentations ou idées des concepts et phénomènes des étudiants vers des formes de pensée plus stables, telles que les modèles. Toutefois, une telle perspective n'est qu'une simple idée, car l'étude des modèles précurseurs des phénomènes ponctuels ne semble pas, à ce jour, indiquer une voie menant à l'élaboration des concepts nécessaires et des autres éléments susceptibles de constituer un modèle. Par exemple, comme l'ont montré Impedovo et al. (2017) et Ravanis et al. (2005) dans leurs études, les enfants d'âge préscolaire peuvent conceptualiser la formation des ombres comme une obstruction de la lumière par des objets opaques, ce qui constitue un premier modèle précurseur. Par la suite, vers l'âge de dix ans chez les élèves du primaire, la lumière est comprise comme une entité dans l'espace (Ravanis et al., 2002) et l'ombre comme une absence de lumière, non seulement sur les surfaces sur lesquelles elle se projette et est visible, mais aussi dans l'espace même situé derrière l'obstacle opaque (Ravanis et al., 2010). Le passage de 5 à 10 ans semble marquer une transition de l'interaction entre les entités physiques « lumière » et « ombre » vers les concepts correspondant à ces entités, désormais associées et « chargées » de propriétés, d'éléments qualitatifs et quantitatifs, avec des limites et des contraintes claires dans le cadre de la perspective géométrique.

De plus, en ce qui concerne le processus de cette transition, il y a des questions intéressantes à explorer. Pouvons-nous envisager ce chemin à travers la formation dans l'esprit des enfants en développement de modèles précurseurs successifs et évolutifs, ou comme un

processus totalement indépendant d'eux ? Y a-t-il des moments critiques dans le développement où l'on peut s'attendre à une consolidation ou à une restructuration à un niveau supérieur des modèles précurseurs ? Peut-on comprendre un modèle des sciences physiques et naturelles comme une somme ou une chaîne de modèles précurseurs ?

Les modèles précurseurs dans les processus d'enseignement scolaire

Ces questions renvoient en grande partie à la manière dont on aborde la pensée de l'enfant en tant qu'élève, car, de toute évidence, la constitution de toute entité cognitive dans le cadre d'un programme scolaire n'est pas le fruit d'un développement spontané, mais le résultat de la participation de l'enfant à des processus pédagogiques ayant des objectifs spécifiques. En d'autres termes, le rôle des pratiques pédagogiques est déterminant, et ce constat soulève une question supplémentaire : dans quel cadre théorique faut-il élaborer les activités didactiques qui favoriseront la construction des précurseurs ? Il est évident que le paradigme constructiviste qui domine la didactique moderne est un cadre approprié puisque son élément fondamental est le dépassement des représentations naïves et la transformation du raisonnement des enfants.

Mais est-ce le seul qui pourrait soutenir la construction des modèles précurseurs ? Comme on le sait, il est très difficile d'affirmer qu'il existe, où que ce soit dans le monde, un système éducatif dont l'orientation pédagogique dominante soit une forme quelconque de constructivisme. En général, l'enseignement des sciences physiques et naturelles s'inscrit dans le cadre de systèmes pédagogiques traditionnels de type transmissif. Mais le caractère « local » des modèles précurseurs ne rendrait-il pas leur utilisation envisageable également dans le cadre de l'enseignement traditionnel ? La question n'est pas simple et ne peut certainement pas trouver de réponse dans le cadre d'une discussion et d'un échange d'idées. Il faudrait mener des recherches empiriques ciblées pour obtenir des indications concrètes. La question est toutefois intéressante et mériterait peut-être d'être débattue.

L'identification et la création des modèles précurseurs

L'orientation générale de la réflexion sur la construction des modèles précurseurs est de nature cognitive. L'identification des obstacles au raisonnement, la schématisation des représentations, la recherche de nouvelles constructions mentales témoignent d'une attention accrue portée à la réflexion des élèves et à leur développement cognitif. Cependant, lorsqu'il s'agit d'acquérir des connaissances spécifiques dans le domaine des sciences, il y a toujours un objet d'enseignement qui, dans une approche traditionnelle, est considéré comme donné et provient directement des sciences elles-mêmes, par le biais de mécanismes qui ne sont généralement ni visibles ni explicites. Dans le courant général du constructivisme, les tendances dominantes abordent leur construction à travers des processus connus dans différentes traditions de recherche sous le nom de Pedagogical Content Knowledge ou de Transposition Didactique. Il est vrai que, dans toute la littérature sur le sujet, la construction de l'objet d'apprentissage n'est pas indépendante des représentations, des idées et des difficultés des enfants. Souvent, d'ailleurs, elle s'appuie sur ces données de manière privilégiée.

Une question qui se pose est de savoir comment, dans le cadre théorique des modèles précurseurs, est abordée la question de la constitution de l'objet d'enseignement. L'article de Ravanis & Boilevin (2022) met en évidence une approche de l'étude du développement du raisonnement chez les jeunes enfants à travers l'identification et le dépassement des obstacles : « Research work with children of different ages, but primarily with children in early childhood education, has shown that working out and transforming their representations are very often hindered by obstacles of different nature. Perhaps the most serious issue is the developmental level of children which imposes specific forms of thinking that are usually dominated by ways of reasoning that are not compatible with integrated adult rational: animistic, artificialist, finalist or egocentric explanations, and sometimes concentration of attention and thought on

limited aspects of a physical situation that are not relevant to the appropriation of knowledge (Laurandeu & Pinard, 1972). An important obstacle are limitations imposed by children's fields of experience which are inevitably narrow (Kampeza et al., 2016). There are also major problems caused by the limitations arising from the level of language development and communication or interaction skills (Convertini, 2021). Consideration of these multiple difficulties encountered leads us to refer to our didactic objectives in terms of overcoming obstacles ».

C'est précisément dans cette perspective que Pantidos & Kaliampou (2023, pp. 100-101), en classant les difficultés rencontrées dans différentes études portant sur les représentations des enfants d'âge préscolaire concernant des phénomènes électriques simples, ont proposé un modèle préliminaire à quatre dimensions.

Le premier élément fondamental d'un modèle précurseur est la formation d'une représentation qui reconnaît l'existence d'une entité capable de produire des résultats spécifiques, tels que l'éclairage ou le fonctionnement de l'appareil. À travers différentes expressions verbales (« courant électrique », « courant », « électricité » etc.), les jeunes enfants désignent cette entité qui devient d'autant plus compréhensible qu'ils discutent des appareils électriques qu'ils rencontrent dans leur environnement familial.

Le deuxième élément du modèle précurseur concerne le transport d'énergie électrique, représenté par un point ou un lieu de production, des câbles de transport et un point de consommation, tous reliés entre eux. Les enfants représentent graphiquement le transport d'une entité qui effectue ce trajet et créent ainsi dans leur esprit un "dipôle" production-consommation.

Un troisième élément essentiel du modèle précurseur consiste à reconnaître l'importance fonctionnelle des composants techniques (fils, ampoule, pile) dans un circuit électrique simple, ainsi que de leurs connexions. L'accent est mis ici sur le rôle important de la pile.

Enfin, un quatrième élément important du modèle précurseur est la maîtrise des aspects techniques spécifiques du circuit électrique simple permettant d'obtenir un résultat électrique. Les aspects technologiques, ainsi que la coordination psychomotrice et cognitive, jouent un rôle essentiel dans l'élaboration du modèle précurseur.

Une telle approche donne une idée claire de la manière dont les connaissances scolaires se construisent à travers les modèles précurseurs. Cependant, comme cette approche concerne à nouveau des enfants d'âge préscolaire pour lesquels toute complexité est évitée, cette approche est indicative mais ne peut sans doute pas constituer une voie unique pour la construction des connaissances scolaires dans les classes supérieures de l'enseignement primaire ou secondaire, où les variables sont nombreuses. D'ailleurs, les cadres théoriques de la « transposition didactique » et de la « pedagogical content knowledge » offrent des possibilités qui permettent non seulement d'intégrer les modèles précurseurs, mais aussi de les inscrire dans des domaines plus larges de la connaissance scolaire.

DISCUSSION

Dans ce texte, seules certaines questions, ou plutôt des questions sur les modèles précurseurs, ont été abordées, de manière brève et peut-être fragmentaire, du point de vue d'un enseignant qui trouve dans ce courant théorique un réel intérêt pour l'enseignement, tout comme il est certain que ce courant est aussi intéressant pour la recherche. En effet, le travail scolaire en classe ou dans le laboratoire des sciences physiques et naturelles offre toujours un espace important pour de nouvelles idées et propositions visant à favoriser l'apprentissage et l'enseignement, fondées sur de nombreuses années de recherche en didactique et sur toute innovation inspirée par ces recherches. Le long parcours de l'évolution de la didactique a fourni

des outils importants, comme, par exemple, l'utilisation des analogies et des métaphores dans l'enseignement, qui constituait une pratique courante chez les enseignants mais qui, grâce à la recherche, a acquis un caractère spécifique et des règles.

Une telle orientation dans le débat sur les modèles précurseurs pourrait susciter un regain d'intérêt, car elle déplace le centre de gravité de la recherche vers les pratiques pédagogiques, élargissant ainsi le champ des questions et reliant ces recherches aux communautés de professeurs qui enseignent les sciences physiques et naturelles. qui enseignent les sciences physiques et naturelles.

RÉFÉRENCES

- Delserieys, A., Jégou, C., & Givry, D. (2014). Preschool children understanding of a precursor model of shadow formation. In C. P. Constantinou, N. Papadouris, & A. Hadjigeorgiou (Eds), *E-book proceedings of the ESERA 2013 conference: Science education research for evidence-based teaching and coherence in learning*. Part 15 (pp. 5-13). European Science Education Research Association.
- Canedo Ibarra, S. P., & Gómez Galindo, A. A. (2022). Social interaction in the construction of a floating and sinking precursor model during preschool education. In J.-M. Boilevin, A. Delserieys & K. Ravanis (Eds.), *Precursor models for teaching and learning science during early childhood* (pp. 53-78). Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_4.
- Convertini, J. (2021). Psychosocial obstacles in young children argumentative interactions. *Education Sciences*, 11(5), 224. <https://doi.org/10.3390/educsci11050224>
- García-Rodeja-Gayoso, I., Rodríguez Rouco, E. V., Lorenzo Flores, M., & Sesto Varela, V. (2023). Construyendo modelos precursores sobre la flotabilidad de objetos macizos a los seis años. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(2), 137-154. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5718>.
- García-Rodeja-Gayoso, I., Sesto Varela, V., Lorenzo Flores, M., & Vázquez Martínez, S. (2026). Building precursor models of buoyancy: a review of current knowledge and future directions. *Mediterranean Journal of Education*, 6(2), 12-23. <https://doi.org/10.26220/mje.5623>
- Impedovo, M. A., Delserieys-Pedregosa, A., Jégou, C., & Ravanis, K. (2017). Shadow formation at preschool from a socio-materiality perspective. *Research in Science Education*, 47(3), 579-601. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9518-x>
- Ioannou, M. (2026). Facilitating the construction of Precursor Models through Early STEAM Education. *Mediterranean Journal of Education*, 6(2), 30-38. <https://doi.org/10.26220/mje.5625>
- 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>
- Kermen, I., & Blat, M. (2024). *Modèle précurseur des transformations chimiques de la matière : mise à l'épreuve avec des élèves de cycle 3*. In *13èmes Rencontres Scientifiques de l'ARDiST*, Montpellier, France. <https://hal.science/hal-04663696>
- Laurandea, M., & Pinard, A. (1972). *La pensée causale (Causal thinking)*. Paris: Presses Universitaire de France.

- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique ; l'enseignement de la mécanique*. Hachette.
- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1994). Developmental approach to cognitive change in mechanics. *International Journal of Science Education*, 16(1), 99-120.
- Martinand, J.-L., Chomat, A., Drouin, A.-M., Genzling, J.-C., Larcher, C., Lemeignan, G., Méheut, M., Rumelhard, G., & Annick Weil-Barais, A. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. INRP.
- Pantidos, P., & Fotiadi, S. (2026). Constructing a precursor model of friction through ontological analysis, learners' ideas, and modeling theory: towards an embodied inquiry framework. *Mediterranean Journal of Education*, 6(2), 75-84. <https://doi.org/10.26220/mje.5650>.
- Pantidos, P., & Kaliampos, G. (2023). Designing teaching activities based on the precursor model for electricity in early childhood education. *Mediterranean Journal of Education*, 3(2), 97-106. <https://doi.org/10.26220/mje.4502>.
- Ravanis, K. (2020). Precursor models of the Physical Sciences in Early Childhood Education students' thinking. *Science Education Research and Praxis*, 76, 24-31. https://serp.ecedu.uoi.gr/wp-content/uploads/2022/07/SERP_76_2020_AFIEROMA-11oSEC_E_f.pdf.
- 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. Delsérieys & K. Ravanis (Eds.), *Precursor Models for teaching and learning Science during early childhood* (pp. 33-49). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_3
- Ravanis, K. 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.
- 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>.
- 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.
- Ravanis, K. Papandreou, M. Kampeza, M., & Vellopoulou, A. (2013). Teaching activities for the construction of a precursor model in 5- to 6-year-old years old children's thinking: the case of thermal expansion and contraction of metals. *European Early Childhood Education Research Journal*, 21(4), 514-526. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.845440>.
- Weil-Barais, A. (1994a). Les apprentissages en sciences physiques. In G. Vergnaud (Ed.), *Apprentissages et didactiques* (pp. 95-126). Paris: Hachette.
- Weil-Barais, A. (1994b). Heuristic value of the notion of zone of proximal development in the study of child and adolescent construction of concepts in physics. *European Journal of Psychology of Education*, 9(4), 367-38
- Weil-Barais, A. (1994c). Que faire des représentations des élèves? *Education Permanente*, 119, 79-88.
- Weil-Barais, A. (2001). *Constructivist approaches and the teaching of science*. *Prospects*, 31(2), 187-196.

Weil-Barais, A. (2022). What is a precursor model? In J.-M. Boilevin, A. Delserieys & K. Ravanis (Eds.), *Precursor models for teaching and learning science during early childhood* (pp. 11-32). Springer.

Weil-Barais, A., & Lemeignan, G. (1990). Apprentissage de concepts et modélisation. *European Journal of Psychology of Education*, 5, 391-415.