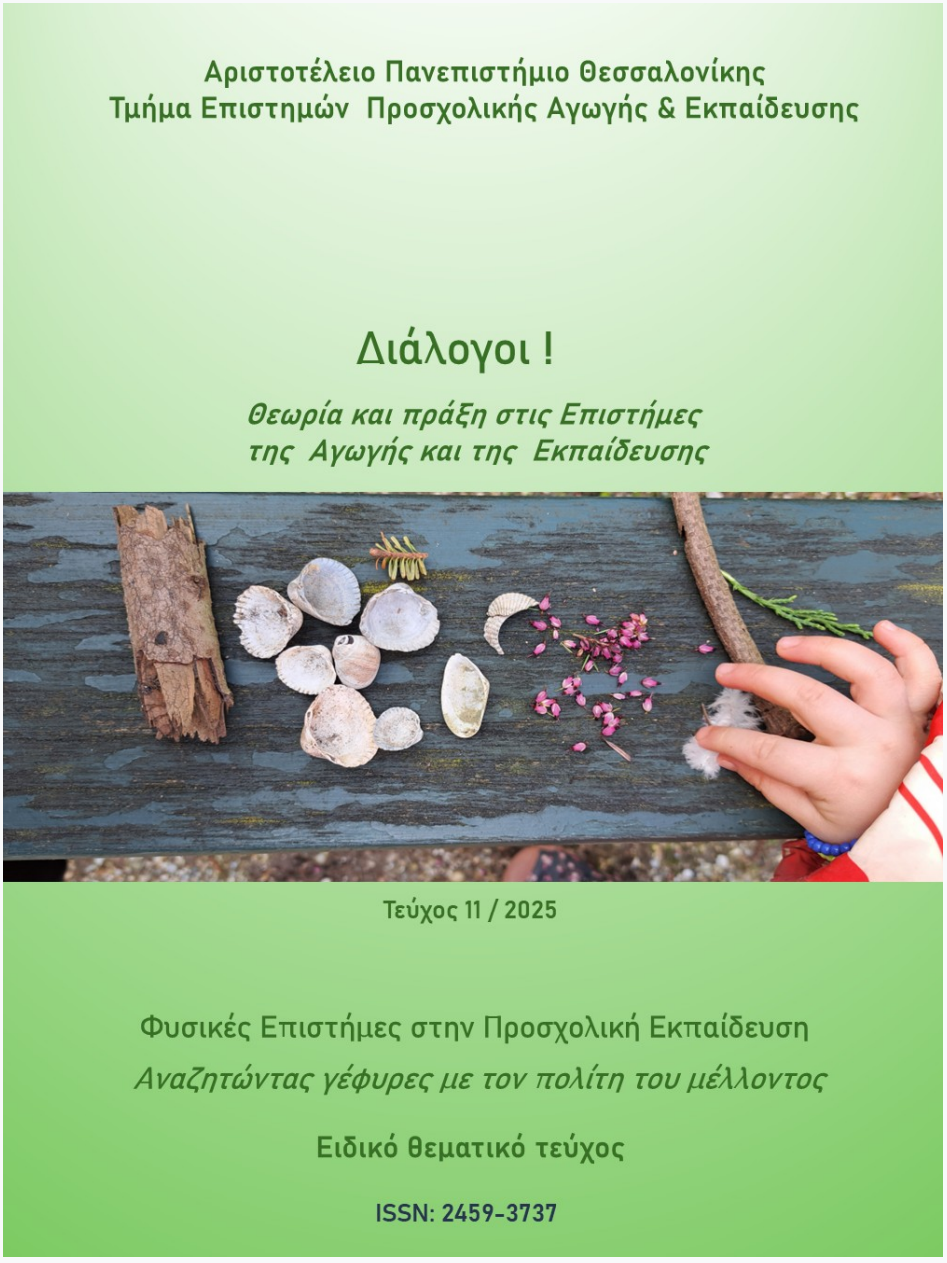
Διάλογοι! Θεωρία και πράξη στις επιστήμες αγωγής και εκπαίδευσης

Τόμ. 11 (2025)

Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση. Αναζητώντας γέφυρες με τον πολίτη του μέλλοντος. Ειδικό Τεύχος.



Διάλογοι! Θεωρία και Πράξη στις Επιστήμες της Αγωγής και Εκπαίδευσης
2025, Τεύχος 11, σσ. 07-27
e-ISSN: 2459-3737

© Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και Εκπαίδευσης
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
http://dx.doi.org/10.12681/41730

Πρόδρομα μοντέλα των Φυσικών Επιστημών στη σκέψη παιδιών 3-8 ετών: οντότητες μεταξύ βιωματικής και επιστημονικής γνώσης

Κώστας Ραβάνης[1]

[1]*Πανεπιστήμιο Πατρών*

Περίληψη

Το ζήτημα της προσέγγισης του των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, αποτελεί τις τελευταίες δεκαετίες ένα ζήτημα έρευνας και εφαρμογής διαφορετικών γνωστικών περιοχών όπως η Ψυχολογία της μάθησης, η Επιστημολογία της γνωστικής ανάπτυξης, η Προσχολική Παιδαγωγική, η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Η πολυπλοκότητα που απορρέει αναγκαστικά από την πολύπλευρη ή μονόπλευρη προσέγγιση επιμέρους ερωτημάτων, μερικές φορές δημιουργεί επιστημολογικές συγχύσεις που οδηγούν στην απόσβεση κρίσιμων ερωτημάτων για μια ορθολογική προσπάθεια μετατόπισης από τη βιωματική και αυθόρμητη σχέση της σκέψης των μικρών παιδιών σε δομικά ή/και λειτουργικά στοιχεία των Φυσικών Επιστημών. Ταυτοχρόνως η ανάδυση εκπαιδευτικών προτάσεων με χαλαρή θεωρητική θεμελίωση οι οποίες, για διάφορους λόγους, αποκτούν ευρεία διάδοση, προσθέτουν νέες παραμέτρους ασάφειας, τουλάχιστον στο ζήτημα της διάστασης της γνωστικής ανάπτυξης των μικρών παιδιών. Στο άρθρο αυτό γίνεται προσπάθεια να αποτυπωθεί η έννοια του "πρόδρομου" μοντέλου ως νοητικής οντότητας που παρεμβάλλεται μεταξύ της επιστημονικής σχολικής γνώσης και των εμπειριών των παιδιών, οικοδομείται στη σκέψη τους διαμέσου κατάλληλων δραστηριοτήτων και αποτελεί ένα σταθερό εργαλείο που προετοιμάζει τη νόηση των παιδιών για τη συγκρότηση των σχολικών επιστημονικών μοντέλων. Παράλληλα, εάν η σχετική έρευνα δείχνει ότι κάποια παιδιά στην ηλικία των 3-8 ετών είναι σε θέση να συγκροτούν ένα πρόδρομο μοντέλο στη σκέψη τους για κάποιο συγκεκριμένο φαινόμενο, αυτό μπορεί να αποτελεί στόχο των δραστηριοτήτων σε κάθε τύπου παιδαγωγικό πλαίσιο που επιλέγεται.

Λέξεις κλειδιά: Προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, σχολική επιστημονική γνώση, πρόδρομα μοντέλα

Abstract

The issue of the approach to Physical Sciences in pre-school and early school age has been an issue of research and application of different fields of knowledge such as the Psychology of learning, the Epistemology of Cognitive Development, Early Childhood Education, the Science Education. The complexity that necessarily results from the multifaceted or one-sided approach to individual questions sometimes creates epistemological confusions that lead to the damping of critical questions for a rational attempt to shift from the experiential and spontaneous relationship of young children's thinking to structural and/or

Υπεύθυνος επικοινωνίας: *Κώστας Ραβάνης*, ravanis@upatras.gr, καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών
Correspondent author: *Konstantinos Ravanis,* ravanis@upatras.gr, professor, University of Patras

Ηλεκτρονικός εκδότης: *Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών*
e-publisher: *National Documentation Centre, National Hellenic Research Foundation*
URL: http://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/dialogoi

functional elements of Physical Sciences. At the same time, the emergence of educational proposals with a loose theoretical foundation which, for various reasons, are becoming widely disseminated, adding new parameters of ambiguity at least on the issue of the dimension of cognitive development of young children. In this article an attempt is made to capture the concept of the precursor model as a mental entity that interposes itself between scientific school knowledge and children's experiences, is built in children's minds through appropriate activities and constitutes a stable tool that prepares children's minds for the formation of school scientific models. At the same time, if the relevant research shows that some children at the age of 3-8 years can form a precursor model in their thinking about a particular phenomenon, this can be the aim of activities in any type of pedagogical context chosen

Keywords: Pre-school and early school age, school scientific knowledge, precursor models

Εισαγωγή

Το ζήτημα της προσέγγισης του φυσικού κόσμου από τα μικρά παιδιά έχει τεθεί με διαφορετικούς τρόπους περισσότερο από 100 χρόνια. Ασφαλώς σε κάθε ιστορική περίοδο οι προτάσεις διαφέρουν όχι απλώς λόγω των αναπόφευκτων αλλαγών που φέρνει η πάροδος του χρόνου στους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να θέσουμε τα σχετικά ερωτήματα, αλλά πρωτίστως γιατί οι οπτικές γωνίες που μας επιτρέπουν να διατυπώσουμε τις απαντήσεις εκλεπτύνονται, πολλαπλασιάζονται και γίνονται πιο σύνθετες. Η μύηση των μικρών παιδιών σε στοιχειώδη και οικεία φυσικά φαινόμενα έχει τεθεί από το σύνολο σχεδόν των σημαντικών παιδαγωγών, όπως η Montessori, ο Fröbel, ο Freinet, ο Decroly, οι οποίοι/ες άφησαν ισχυρό αποτύπωμα στην εξέλιξη της Προσχολικής Παιδαγωγικής. Οι προσεγγίσεις τους στο θέμα αυτό υπήρξαν διαφορετικές, αλλά η κοινή θετική πρόσληψη του θέματος επηρέασε την εξέλιξη της παιδαγωγικής σκέψης. Από μια άλλη πλευρά, η ανάπτυξη περιοχών έρευνας και θεωρίας όπως η Ψυχολογία που είναι προσανατολισμένη στη μάθηση και η Επιστημολογία που μελετά διάφορες διαστάσεις της οικειοποίησης της επιστημονικής γνώσης, δημιούργησαν παραδόσεις οι οποίες προσέγγισαν και το ζήτημα της κατανόησης του φαινομένων του φυσικού κόσμου καθώς και των οντοτήτων που γίνονται αντικείμενα επεξεργασίας στις Φυσικές Επιστήμες. Σε αυτά τα επιστημονικά πεδία, οι αναζητήσεις που σχετίζονταν με τη σκέψη των παιδιών, απέκτησαν αναπτυξιακό και εξελικτικό χαρακτήρα και επομένως το θέμα της μάθησης και της προσέγγισης της γνώσης από την πρώιμη ηλικία απέκτησαν ενδιαφέρον και συχνά προνομιακή θέση.

Από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα άρχισε να συγκροτείται μια επιστημονική περιοχή με αντικείμενο τα ζητήματα διδασκαλίας και μάθησης των Φυσικών Επιστημών, γνωστή, στην Ελληνική εκδοχή της, ως Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Αν και η προσπάθεια αυτή ξεκίνησε κυρίως με τα προβλήματα που ανιχνεύονταν στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μέσω μιας πορείας μελέτης των πηγών των δυσκολιών των παιδιών, αλλά, και υπό την επιρροή των ερευνητικών ευρημάτων στην Ψυχολογία της μάθησης και την Επιστημολογία της γνώσης, δεν άργησε να στραφεί και προς την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Στην Ελλάδα μάλιστα, η ίδρυση και λειτουργία των Παιδαγωγικών Τμημάτων επιτάχυνε αυτή την πορεία αφού η μελέτη της συγκρότησης των Φυσικών Επιστημών στη σκέψη των μικρών παιδιών έγινε αυτόνομο αντικείμενο διδασκαλίας και πεδίο έρευνας. Η τάση αυτή βέβαια, δεν έγινε πολύ γρήγορα ευρέως αποδεκτή αφού

δέχτηκε μια μεμψίμοιρη αμφίπλευρη αμφισβήτηση: από την πλευρά της παραδοσιακής Παιδαγωγικής την υποψία ή βεβαιότητα ότι έτσι "σχολειοποιείται" το νηπιαγωγείο και από ορισμένες πλευρές του κόσμου της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών η ανησυχία της εγκατάλειψης της "επιστημονικής ορθότητας". Τις αρχικές διστακτικές προσπάθειες και την, συχνά, εχθρική αντιμετώπιση του εγχειρήματος, ακολούθησε μια μακρά δημιουργική πορεία η οποία οδήγησε σε ότι διεθνώς αναγνωρίζεται σήμερα ως *Early Childhood Science Education* ή, αποδίδοντας τον όρο στο πλαίσιο της Ελληνικής παράδοσης, *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία*. Οδήγησε, δηλαδή, σε ένα ευρύ πεδίο θεωρίας και έρευνας του οποίου οι διαστάσεις καλύπτουν στην πραγματικότητα κάθε όψη των ζητημάτων δημιουργίας μαθησιακών περιβαλλόντων για τις Φυσικές Επιστήμες. Ωστόσο, το πεδίο αυτό καθορίζεται από τη σταθερή αναφορά στα παιδιά της προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, δηλαδή την αναπτυξιακή φάση στην οποία αυτά βρίσκονται, με δυνητικούς περιορισμούς που και αυτοί είναι υπό μελέτη (Ζόγκζα, 2007· Δημητρίου, 2013· Siry, Cabe-Trundle & Saçkes, 2023· Christodoulakis & Adbo, 2024).

Διδακτική των Φυσικών Επιστημών για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία: η σημερινή κατάσταση και οι νέες προκλήσεις

Προς μια Διδακτική των Φυσικών Επιστημών για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία

Η θεωρητική και ερευνητική ενασχόληση με το θέμα της μύησης στις Φυσικές Επιστήμες στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, περισσότερο από 50 χρόνια, έχει προσφέρει ένα σημαντικό φάσμα δεδομένων. Οι διαφορετικές προσεγγίσεις στις οποίες προαναφερθήκαμε βέβαια, είναι φυσικό να οδηγούν σε άλλες κατευθύνσεις ακόμα και όταν το αντικείμενο μελέτης είναι το ίδιο. Αν, για παράδειγμα, μελετώνται οι συλλογισμοί των παιδιών για το φαινόμενο της εξάτμισης, η Ψυχολογία θα μελετούσε τη διατύπωση λογικών αιτιακών συλλογισμών, η Διδακτική θα έδινε έμφαση στις διαδικασίες μετασχηματισμού των συλλογισμών ώστε αυτοί να γίνουν συμβατοί με τη σχολική επιστημονική γνώση και η Παιδαγωγική της πρώιμης παιδικής ηλικίας την ένταξη του φαινομένου σε ένα πρόγραμμα για τον κύκλο του νερού στη φύση. Σε αυτούς τους πολλαπλούς προσανατολισμούς, άλλοτε με μονοδιάστατες και άλλοτε με διεπιστημονικές προσπάθειες, αναπτύχθηκαν ισχυρά πεδία έρευνας και θεωρίας τα οποία σταδιακά παγίωσαν και έδωσαν πραγματική δυναμική στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Προσεγγίζοντας το πεδίο αυτό με την αναγκαία σχηματοποίηση που επιβάλλεται, τα χρόνια που πέρασαν έδωσαν σημαντικά δεδομένα για μια σειρά θεμάτων στα οποία θα αναφερθούμε επιγραμματικά.

- *Η ανίχνευση των νοητικών παραστάσεων και των εμποδίων για φαινόμενα του φυσικού κόσμου και έννοιες των Φυσικών* Επιστημών. Πρόκειται για μια κλασική διάσταση της έρευνας η οποία άλλωστε είναι θεμελιώδης και για το γενικότερο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Εδώ, άλλοτε με ποιοτικά και άλλοτε με ποσοτικά ερευνητικά σχέδια, συναντώνται αναζητήσεις για τους τύπους συλλογισμού των παιδιών σε ειδικά θέματα όπως ο στοιχειώδης ηλεκτρισμός (Solomonidou & Kakana, 2000), η θρέψη και η ανάπτυξη των φυτών (Χρηστίδου & Χατζηνικήτα, 2003), τα μικρόβια

(Εργαζάκη, Σαλταπίδα & Ζόγκζα, 2010), η διάδοση της θερμότητας (Kaliampos & Ravanis, 2019), τα στοιχειώδη αστρονομικά φαινόμενα (Jelinek, 2020· Nikolopoulou et al., 2024), οι θερμικές αλλαγές κατάστασης (Kampeza & Delserieys Pedregosa, 2024), κλπ.

- *Η συγκρότηση και η υλοποίηση διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στα εμπόδια της σκέψης των παιδιών.* Η έρευνα με αυτόν τον προσανατολισμό θεμελιώνεται στις διαπιστωμένες δυσκολίες στις οποίες αναφερθήκαμε προηγουμένως. Η φύση των εμποδίων αυτών είναι συχνά πολύ διαφορετική: άλλοτε οφείλεται στον προ-λογικό χαρακτήρα των παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, άλλοτε στις περιορισμένες εμπειρικές αναφορές τους, άλλοτε στις επικεντρώσεις σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των καταστάσεων κλπ. Έτσι ως σημαντικό ζήτημα αναδεικνύεται η προσαρμογή του σχεδιασμού και της υλοποίησης των διδακτικών δραστηριοτήτων στις πραγματικές δυσκολίες και τα γνωστικά εμπόδια της σκέψης των παιδιών με σκοπό την αντιμετώπισή τους και τη μετάβαση στη διατύπωση συλλογισμών συμβατών με τη σχολική επιστημονική γνώση (Kallery, Psillos & Tselfes, 2009· Samara & Kotsis, 2023· García-Rodeja, Barros & Sesto, 2024).

- *Η κοινωνικο-πολιτισμική προοπτική*. Μια διακριτή πλευρά της ανεπτυγμένης έρευνας και εφαρμογής στην περιοχή αυτή, είναι η εργασία που γίνεται στο φάσμα θεωρητικών προσεγγίσεων που εγγράφονται σε μια κοινωνικο-πολιτισμική προοπτική. Πρόκειται για ένα πλαίσιο στο οποία κυριαρχεί η αποδοχή της ιδέας της κοινωνικής κατασκευής της γνώσης, η χρήση σημείων και συμβόλων, όπως η γλώσσα, οι καλές τέχνες, η σωματική έκφραση και κάθε είδους πολιτισμικά εργαλεία, τα οποία σταδιακά συμβάλλουν στο να οδηγηθούν τα παιδιά σε μια πρώιμη συγκρότηση επιστημονικής ταυτότητας μέσα από τη συμμετοχή τους σε αυθεντικές επιστημονικές δραστηριότητες (Fragkiadaki & Ravanis, 2016· Hadzigeorgiou, 2016· Christidou, Bonoti & Hatzinikita, 2021· Beisly & Moffitt, 2024· Chachlioutaki & Pantidos, 2024· Fragkiadaki et al., 2024· Allard & Samson, 2025· Nielsen & Holmegaard, 2025)

- *Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και γενικότερα διδακτικού υλικού*. Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχει διεύρυνση της οπτικής γωνίας και του *πεδίου εργασίας*. Η έμφαση εδώ δεν είναι στη διδακτική μικροκατάσταση αλλά στην οργάνωση του χώρου, στα μέσα, στο εκπαιδευτικό υλικό, στο αναλυτικό πρόγραμμα κλπ (Καλογιαννάκης & Ρεκούμη, 2014· Kampeza et al., 2016· Koutsikou & Christidou, 2022· Βελλοπούλου κ. άλ, 2023· Konstantinidou, Brentas & Stamatoglou, 2024).

- *Η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών*. Τα ζητήματα της αρχικής εκπαίδευσης και της συνεχούς επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών της προσχολικής και την πρώτης σχολικής ηλικίας έχει έναν πολυεπιστημονικό χαρακτήρα. Γι' αυτό είναι σημαντική η σχεδιασμένη προετοιμασία των σπουδών, η επιχειρησιακή ετοιμότητα του εκπαιδευτικού μέσω ενός λειτουργικού συνδυασμού θεωρητικής γνώσης και πρακτικής-εμπειρικής προετοιμασίας με έμφαση, βέβαια, και στις Φυσικές Επιστήμες αλλά και τη μετατροπή τους

ειδικά για το ηλικιακό επίπεδο των 3-8 ετών που μας ενδιαφέρει (Μπαγάκης κ. άλ., 2006· Desli & Dimitirou, 2014· Νάτσιου, Μπιρμπίλη & Τσιτουρίδου, 2018· Zoupidis, Tselfes & Kariotoglou, 2021· Zoupidis et al., 2022· Ampatzidis & Ergazaki, 2025· Chen et al., 2025· Zamalloa, Salgado & Berciano, 2025).

Οι βασικές αυτές κατευθύνσεις της έρευνας αποτέλεσαν πεδία μελέτης και ανάπτυξης της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Οι διαστάσεις στις οποίες αναφερθήκαμε, συνεχίζουν να είναι ενεργές και γόνιμες και σταδιακά γύρω από αυτές άρχισαν να δημιουργούνται ανάγκες μελέτης πιο εξειδικευμένων θεμάτων τα οποία σε συνδυασμό με τις ευρύτερες επιστημονικές εξελίξεις, όπως, για παράδειγμα, η αξιοποίηση των πιο σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση, οδήγησαν σε νέα πεδία έρευνας και εφαρμογής. Θα σταθούμε στη συνέχεια στα σημαντικότερα από αυτά τα πεδία τα οποία είναι μάλιστα πιο ανεπτυγμένα.

- *Οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες στη μάθηση και τη διδασκαλία*. Τα τελευταία χρόνια η ταχεία ανάπτυξη νέων ψηφιακών εφαρμογών επιδρά όλο και περισσότερο στη διδασκαλία και τη μάθηση. Προσεγγίσεις όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη, η Επαυξημένη Πραγματικότητα ή Κινητή Μάθηση, συχνά αξιοποιούνται ή/και μελετώνται στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Βεβαίως οι πιο σύγχρονες αυτές τεχνολογίες συνοδεύονται πάντα από τις παλιότερες, με κυριότερες οντότητες τα εκπαιδευτικά λογισμικά τα οποία έχουν παγιώσει πια την παρουσία τους στα περιβάλλοντα της προσχολικής και πρώτης σχολικής εκπαίδευσης (Ζαχαρής & Τσιτουρίδου, 2021· Κρητικός, Φεσάκης & Δημητρακοπούλου, 2023· Papantonis Stajcic & Nilsson, 2024· Pavlou, Zacharia & Papaevripidou, 2024· Peikos & Sofianidis, 2024· Bush & Alibakhshi, 2025).
- *Ζητήματα ειδικών αναγκών, διαφορετικότητας και συμπερίληψης*. Η γενίκευση της τάσης αναγνώρισης των ειδικών αναγκών και της διαφορετικότητας καθώς και η εμπέδωση της αποδοχής συμπεριληπτικών ιδεών σε όλο το φάσμα της εκπαίδευσης οδήγησε και στην αντίστοιχη τάση στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών σε όλα τα εκπαιδευτικά επίπεδα (Δημητρίου & Αϊβαλιώτου, 2016· Kaliampos, 2021· Katsidima et al., 2023).
- *Η ανάπτυξη των δεξιοτήτων*. Στη σύγχρονη βιβλιογραφία διαπιστώνεται μια μετατόπιση ή στροφή από τη συγκρότηση των γνώσεων στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, οι οποίες άλλοτε συναντώνται σε πολλά πεδία με οριζόντιο τρόπο και άλλοτε εξειδικεύονται σε γνωστικές περιοχές όπως η διδασκαλία και η μάθηση των Φυσικών Επιστημών (Rukiyah & Kanedi, 2017· Kanaki & Kalogiannakis, 2022· Mudzielwana & Maphosa, 2022· Napal Fraile et al., 2024).
- *Η μάθηση σε άτυπες και μη τυπικές μορφές εκπαίδευσης*. Η διεύρυνση των ορίων των εκπαιδευτικών εμπειριών οδήγησε στη συμπερίληψη μορφών εκπαίδευσης όπως οι "άτυπες" και οι "μη τυπικές". Τα περιβάλλοντα αυτά συχνά θεωρούνται πολύ ευνοϊκά για τα μικρότερα παιδιά καθώς οι μορφές δραστηριοτήτων έχουν πιο "ανοικτό" χαρακτήρα και γι’ αυτό ανταποκρίνονται καλύτερα στην πρώιμη παιδική ηλικία (Γκούσκου &

Κολιόπουλος, 2012· Plakitsi, 2013· Kornelaki & Plakitsi, 2018· Haldón Lahilla, Pedreira Álvarez & Lemkow-Tovias, 2022).

- *Τα κοινωνικο-επιστημονικά θέματα*. Η αυξανόμενη αστάθεια στα ζητήματα του περιβάλλοντος, της κλιματικής αλλαγής, της εξάντλησης των φυσικών πόρων, των βλαπτικών ακτινοβολιών, της κάθε είδους ρύπανσης, τις τελευταίες δεκαετίες έχει καταστήσει τη σχετική θεματολογία αντικείμενο εργασίας και στο σχολείο. Η τάση αυτή είχε αντανάκλαση και στην προσχολική και πρώτη σχολική εκπαίδευση και η αρχική ιδέα της ευαισθητοποίησης έχει πια μετατραπεί σε ένα νέο αλλά αναπτυσσόμενο πεδίο έρευνας που αναπόφευκτα παρουσιάζει επικαλύψεις με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Ampartzaki, Kalogiannakis & Papadakis, 2021· Marchal-Gaillard et al., 2022· Zarkadis & Papageorgiou, 2024)

Διαπιστώσεις και προκλήσεις

Τα πεδία αυτά στα οποία προαναφερθήκαμε αποτελούν ενεργές περιοχές έρευνας και παραγωγής θεωρίας που θεμελιώνουν όλο και πιο σταθερά τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Ωστόσο, η ανάπτυξή τους δεν γίνεται χωρίς αντιφάσεις. Η σύνθετη εκπαιδευτική πραγματικότητα μέσα στην οποία αναπτύσσεται η γνωστική αυτή περιοχή, στην οποία συμβάλλουν διαφορετικές παραδόσεις, οδηγεί σε έναν συνεχή επαναπροσδιορισμό. Ακριβώς αυτές οι παραδόσεις που αποτελούν πηγή αξιοποίησης εμπειριών και πρακτικών, συχνά αποτελούν και εμπόδια καθώς υποβάλουν ερωτήσεις και απαντήσεις που μεταθέτουν το κέντρο βάρους από τις αναπτυξιακές και μαθησιακές ανάγκες των παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Για παράδειγμα, στην παράδοση της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών η διερευνητική μάθηση συνδέεται συχνά με τον έλεγχο και την επαλήθευση υποθέσεων. Η νοητική διεργασία της υπόθεσης προϋποθέτει κατ' αρχήν τη δυνατότητα των μαθητών/τριών να κατανοούν τις αιτιακές σχέσεις, να ταυτοποιούν τις μεταβλητές, να πραγματοποιούν μετρήσεις ελέγχου και να διατυπώνουν συμπεράσματα από τον έλεγχο των υποθέσεων. Η μηχανική μεταφορά μιας τέτοιας πορείας στην προσχολική ή πρώτη σχολική ηλικία, που συχνά παρατηρούμε να προτείνεται, αγνοεί εντελώς τα ζητήματα της συγκρότησης της λογικής σκέψης των παιδιών 3-8 ετών η οποία κυριαρχείται από προ-λογικές μορφές σκέψης, δηλαδή ακριβώς από απόδοση ρόλων αιτίου-αποτελέσματος σε οντότητες που δεν έχουν τέτοια σχέση μεταξύ τους (Laurandeau & Pinard, 1972). Αν λοιπόν ένα μικρό παιδί, πολύ συχνά δεν είναι σε θέση να συγκροτήσει στη σκέψη του τα στοιχεία μιας απλής αιτιώδους σχέσης, πολύ περισσότερο δεν έχει τη δυνατότητα να διατυπώσει υποθέσεις όπως αυτές χρησιμοποιούνται στις διδακτικές διαδικασίες των Φυσικών Επιστημών. Αυτό βεβαίως δεν σημαίνει ότι τα παιδιά δεν μπορούν να κάνουν προβλέψεις και στη συνέχεια εκτιμήσεις για την εξέλιξη ενός φαινομένου, αλλά αυτό αποτελεί νοητική διεργασία που δεν ταυτίζεται με την υπόθεση.

Άλλο σημαντικό ζήτημα που προκύπτει για την ανάπτυξη της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, αποτελεί ένα φάσμα σύγχρονων παιδαγωγικών αναζητήσεων οι οποίες συγκροτούνται σε ένα έδαφος υπέρβασης της ανάγκης συστηματικών μαθησιακών διαδικασιών για το ζήτημα των Φυσικών Επιστημών. Η επιλογή αυτή αναπόφευκτα έχει έναν προσανατολισμό στον οποίο οι γνωστικοί στόχοι στο νηπιαγωγείο και τις πρώτες τάξεις της πρωτοβάθμιας

εκπαίδευσης αντιμετωπίζονται με χαλαρότητα. Η ανάδυση παιδαγωγικών ρευμάτων με χαλαρό ή ασθενές θεωρητικό πλαίσιο όπως η "διαθεματικότητα", η "μάθηση μέσα από το παιχνίδι", η "μάθηση μέσω project", το STEM ή STEAM, η "μάθηση βασισμένη στο πρόβλημα" κλπ, παρά τις μεταξύ τους διαφορές, ως κέντρα του παιδαγωγικού πλαισίου τους θέτουν τις διαδικασίες ανάπτυξης και οργάνωσης δραστηριοτήτων, σχέδια εμπλοκής και πρωτοβουλίας των παιδιών, παιγνιώδεις διδασκαλίες και προσαρμοσμένες παρεμβάσεις των εκπαιδευτικών σε αντιστοιχία με το επιλεγμένο πλαίσιο. Έτσι, αφήνουν σε μια υποφωτισμένη περιοχή το ζήτημα της συγκεκριμένης μάθησης, δηλαδή το ζήτημα της ταυτοποίησης και του μετασχηματισμού των βιωματικών νοητικών παραστάσεων των παιδιών για έννοιες και φαινόμενα, σε οντότητες συμβατές με την επιστημονική σχολική γνώση.

Είναι δύσκολο να αναδειχτούν εδώ οι διαφορετικές διαδρομές από τις οποίες όλες αυτές οι προσεγγίσεις καταλήγουν σε κάποιο χαλαρό παιδαγωγικό πλαίσιο, καθώς χρειάζεται ανάλυση του περιβάλλοντος προέλευσής τους, των θεωρητικών καταβολών και των προοπτικών τους, προσέγγιση δηλαδή σε ζητήματα που απέχουν πολύ από το θέμα της εργασίας μας. Αλλά η ποικιλία και το ετερόκλητο των προτάσεων, παρά την εμφανή διάχυση ερωτημάτων και απαντήσεων ή μάλλον εξαιτίας της, επαναφέρουν συνεχώς το ζήτημα της μάθησης: υπάρχουν πράγματι θεωρίες μάθησης ενεργές σε όλες αυτές τις προσεγγίσεις; Μια προσεκτική αναζήτηση σε σχετικά κείμενα καταλήγει εύκολα σε μια σταχυολόγηση στερεοτυπικών επαναλαμβανόμενων δηλώσεων ή αδιατύπωτων συνδηλώσεων οι οποίες υποκαθιστούν μια πραγματική θεωρητική δέσμευση. Έτσι πολύ συχνά συναντώνται:

- Αόριστες αναφορές σε προσεγγίσεις που εγγράφονται στον "εποικοδομισμό", χωρίς όμως η τεκμηρίωση τους να είναι συστηματική και συχνά χωρίς να είναι κάτι περισσότερο από μια απλή αναφορά. Δεδομένου, μάλιστα, του πολύ ανοικτού χαρακτήρα του εποικοδομισμού ο οποίος στην πραγματικότητα δεν είναι μια θεωρία αλλά ένα φάσμα συγγενών προσεγγίσεων, συχνά διαπιστώνεται επιλεκτική ή αποσπασματική χρήση στοιχείων που απέχουν πολύ από το να συνιστούν μια ολοκληρωμένη εποικοδομητική πρόταση.
- Προσφυγή στο πλαίσιο των διερευνητικών μεθόδων χωρίς ορατά ίχνη των βασικών στοιχείων τους. Αν και οι διερευνητικές μέθοδοι εγγράφονται χωρίς αμφιβολία στην προοπτική του εποικοδομισμού, ακριβώς λόγω της θεωρητικής σύγχυσης στην οποία αναφερόμαστε, συχνά αντιμετωπίζονται ως αυτόνομη διάσταση της ανάπτυξης της Διδακτικής. Ανεξαρτήτως όμως του θέματος αυτού, η διερευνητικές προσεγγίσεις έχουν κανόνες και φάσεις και δεν εξαντλούνται σε μια πρακτική απλών ερωτήσεων-απαντήσεων.
- Γενική επίκληση της πιαζετικής θεωρίας χωρίς την παραμικρή θεμελίωση κάποιας σχέσης με αυτήν. Συνήθως η αναφορά αυτή παραπέμπει στα "στάδια" της νοητικής ανάπτυξης, τα οποία αποτελούν ένα τμήμα της παράδοσης της Γενετικής Επιστημολογίας και μάλιστα από τα πιο αμφισβητημένα. Ανεξαρτήτως της αμφισβήτησης αυτής, η σχέση με τα στάδια ανάπτυξης δεν τεκμηριώνεται αφού η πιαζετική προσέγγιση προβλέπει όχι απλώς μια αόριστη αναφορά σε αυτά αλλά μια εξαντλητική μελέτη και ανάδειξη των χαρακτηριστικών των σταδίων. Επίσης, αυτή η

αναφορά στην πραγματικότητα δεν απέχει πολύ από μια ιλαρή υπεκφυγή από θεωρητικές δεσμεύσεις αφού η σταδιακή συγκρότηση της νόησης προβλέπεται από το σύνολο των θεωριών μάθησης και δεν αποτελεί προνόμιο ή ιδιαιτερότητα της πιαζετικής προσέγγισης.

- Αυθαίρετες αναγωγές σε έννοιες από το θεωρητικό πλαίσιο του Vygotski προκειμένου να υποστηριχτεί μια σχέση με τα σύγχρονα ρεύματα της κοινωνικο-πολιτισμικής προοπτικής για τη μάθηση. Εδώ κυριαρχεί η καταχρηστική αναφορά στην αξιοποίηση της έννοιας της "ζώνης της εγγύτερης ανάπτυξης", η οποία υποτίθεται πως ερμηνεύει την ενδεχόμενη πρόοδο κατά τη διάρκεια μιας διδακτικής διαδικασίας. Βέβαια η έννοια αυτή έχει μια πολύ λεπτή υφή και απαιτεί μια εξειδικευμένη ανάλυση για να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά τόσο της ζώνης αλληλεπιδράσεων όσο και των ευρημάτων "πριν-μετά". Σε καμία περίπτωση δεν ισοδυναμεί με την απλή εκτίμηση της επιτυχίας μια διδακτικής διαδικασίας, γιατί με αυτή την εκφυλιστική λογική θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι σε κάθε "επιτυχή" διδασκαλία έχουμε εντοπίσει τη "ζώνης της εγγύτερης ανάπτυξης" και ότι ανταποκρινόμαστε στις απαιτήσεις της έννοιας χωρίς καμιά περαιτέρω προϋπόθεση.
- Υποκατάσταση της θεωρητικής έννοιας “παιχνίδι” από την καθημερινή χρήση του όρου. Είναι γνωστό ότι η μελέτη της παιδαγωγικής αξίας του παιχνιδιού αποτελεί ένα ευρύ πεδίο έρευνας με πολλαπλές διαστάσεις, στο οποίο συμβάλλουν κυρίως η Ψυχολογία της μάθησης και η Προσχολική Παιδαγωγική. Στην προοπτική αυτή υπάρχουν θεωρητικές προσεγγίσεις και κατηγοριοποιήσεις για τις μορφές, τα είδη και τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά του παιχνιδιού. Υπό αυτή την έννοια το παιχνίδι ως μαθησιακό εργαλείο είναι δομημένο πλαίσιο και όχι άλλοθι για το σχεδιασμό οποιασδήποτε δραστηριότητας που έχει παιγνιώδη χαρακτήρα με το καθημερινό νόημα του όρου.

Οι σύντομες αυτές παρατηρήσεις, κατατείνουν στην σκιαγράφηση μιας γενικής τάσης αποφυγής δέσμευσης σε κάποιο θεωρητικό πλαίσιο αναφοράς για το ζήτημα της προσέγγισης του φυσικού κόσμου και των οντοτήτων των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Η βασική αυτές επιλογή, είτε είναι συνειδητή γιατί δεν αποδίδει σημασία στα θεωρητικά εργαλεία που επιτρέπουν διατύπωση συγκεκριμένων υποθέσεων για τη μάθηση, είτε είναι ασυνείδητη και απλώς δεν αναγνωρίζει καν το θέμα αυτό, μοιάζει έντονα σαν να επαναφέρει τις παλιές έννοιες της "διαπότισης" και του "παιδαγωγικού αυθορμητισμού" με βάση τις οποίες σε οποιεσδήποτε συνθήκες ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, ένα παιδί μαθαίνει, χωρίς να γνωρίζει *ότι* μαθαίνει και χωρίς να γνωρίζει *τι* μαθαίνει (Lurçat, 1985· Παπαμιχαήλ, 1986· Pourtois & Desmet, 2002). Μια τέτοια προοπτική, αν και δεν χάνει το ενδιαφέρον της σε πεδία όπως, για παράδειγμα, η οικειοποίηση των πρακτικών της καθημερινής ρουτίνας στο σπίτι ή στο σχολείο, απέχει πλέον πάρα πολύ από τα δεδομένα των σύγχρονων προσεγγίσεων για τη μάθηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Παρά το ότι η αναφορά μας είναι εδώ οι ηλικίες των 3-8 ετών, δεν μπορεί να δικαιολογηθεί η εγκατάλειψη μιας ορθολογικής και συστηματικής προσέγγισης της παιδικής σκέψης και του μετασχηματισμού της.

Τα πρόδρομα μοντέλα της σχολικής επιστημονικής γνώσης των Φυσικών Επιστημών στη σκέψη παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας

Τι είναι ένα πρόδρομο μοντέλο;

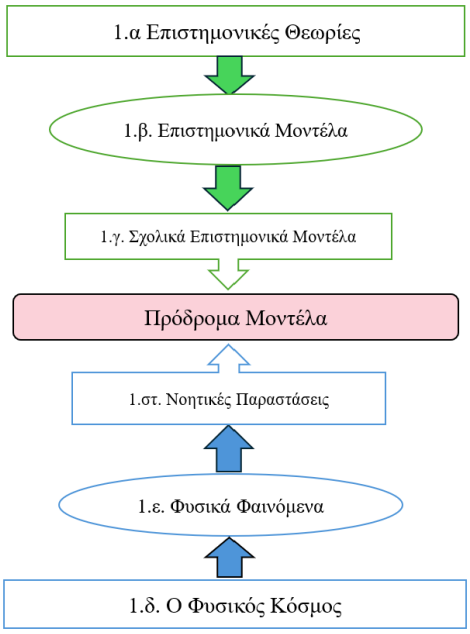
Ανεξαρτήτως του πλαισίου και των διαδρομών που επιλέγονται, η μάθηση αποτελεί κεντρικό ζήτημα στην προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών και στην προσχολική και πρώτη σχολική εκπαίδευση. Ποιο όμως είναι το βάθος του πεδίου εργασίας και το αντικείμενο της μάθησης των Φυσικών Επιστημών στις ηλικίες των 3-8 ετών; Αυτό το σχηματικό και καθαρά διατυπωμένο ερώτημα δεν δίνει τη δυνατότητα σχηματοποίησης εύκολων και συγκεκριμένων απαντήσεων, οι οποίες για μαθητές/τριες άλλων σχολικών επιπέδων είναι αυτονόητες, αφού σε αντιστοιχία με την ηλικία των παιδιών και με τη δέσμευση του αναγκαίου μετασχηματισμού για την εκπαίδευση εκεί αναφερόμαστε αμέσως σε Έννοιες, Νόμους, Αρχές, Μοντέλα, Θεωρίες κλπ. Η απάντηση που για πολλά χρόνια δίνουμε συνήθως στις σύγχρονες προσεγγίσεις, με διαφορετικές διδακτικές στρατηγικές και σε διαφορετικές παραδόσεις, οδηγεί στην ανίχνευση και το μετασχηματισμό των βιωματικών/αυθόρμητων νοητικών παραστάσεων των παιδιών (Ravanis, 2021). Η συζήτηση για τις νοητικές παραστάσεις, που πιο συχνά στη βιβλιογραφία συναντώνται ως εναλλακτικές ιδέες, προ-έννοιες κλπ, οδηγεί σταθερά στην διαπίστωση ότι πρόκειται για οντότητες της σκέψης διαισθητικές, μη διατυπωμένες, ‘τοπικές’ και μη συνειδητές (Weil-Barais, 1984). Επομένως, η προσπάθεια να εργαστούμε συστηματικά για την προσέγγιση των παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας στις Φυσικές Επιστήμες, είναι λογικό να οδηγεί στην αναζήτηση πιο σταθερών οντοτήτων της παιδικής σκέψης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η "σημειακή" εργασία για το μετασχηματισμό των νοητικών παραστάσεων δεν έχει διδακτική σημασία.

Η προσπάθεια συγκρότησης επιστημονικών μοντέλων στη σκέψη των παιδιών, απαιτεί πορείες οι οποίες συνήθως είναι επίπονες και μακροχρόνιες, καθώς αυτή δυσχεραίνεται από μια σειρά εμποδίων. Συχνά οι νοητικές διαδρομές τις οποίες πρέπει να διανύσουν τα παιδιά για να μεταβούν από τις ατομικές τους βιωματικές νοητικές κατασκευές στα επιστημονικά μοντέλα είναι τόσο μεγάλες, ώστε οι πιθανότητες επιτυχούς έκβασης των διδακτικών διαδικασιών που υποθέτουν ότι η μετάβαση αυτή είναι δυνατή και εφικτή είναι ελάχιστες. Μια προσδοκία μετάβασης με "ένα βήμα", με βάση το σημερινό επίπεδο ανάπτυξης της σχετικής έρευνας, δεν φαίνεται ρεαλιστική. Γι’ αυτό, διαπιστώνεται η ανάγκη συγκρότησης ενδιάμεσων οντοτήτων οι οποίες παρεμβάλλονται μεταξύ βιωματικής νοητικής παράστασης και επιστημονικού μοντέλου στη σκέψη των παιδιών, οι οποίες ενδέχεται να διευκολύνουν τις προσπάθειες νοητικής οικοδόμησης των πραγματικών μοντέλων. Θα προσπαθήσουμε στη συνέχεια να δούμε ορισμένες βασικές διαστάσεις μιας εξειδικευμένης προσέγγισης που προσανατολίζεται στην δημιουργία αυτών των ενδιάμεσων οντοτήτων της σκέψης.

Κατ’ αρχάς, το ζήτημα της προσέγγισης της ανθρώπινης σκέψης στις Φυσικές Επιστήμες στο πλαίσιο της εκπαίδευσης έχει δύο ταυτόχρονες "εισόδους". Η πρώτη σχετίζεται με την ίδια την επιστήμη, όπως αυτή συγκροτείται και διαμορφώνεται για την εκπαίδευση, ενώ η δεύτερη είσοδος προέρχεται από τον φυσικό κόσμο στον οποίο οι άνθρωποι έχουν τις πρώτες τους ανεπεξέργαστες εμπειρίες μέσω των αντιληπτικών δεδομένων, οι οποίες είναι εξαιρετικά σημαντικές.

Στο επίπεδο των Φυσικών Επιστημών, η διατύπωση ολοκληρωμένων προσεγγίσεων οδηγεί στη δημιουργία επιστημονικών θεωριών, οι οποίες είναι πλαίσια που επιχειρούν να απεικονίσουν τις δομικές και λειτουργικές σχέσεις της φυσικής πραγματικότητας με αφηρημένο, συμβολικό και προσπελάσιμο, από την ανθρώπινη σκέψη, τρόπο (Σχήμα 1.α). Ο γενικευμένος χαρακτήρας αλλά και η μεγάλη έκταση των πεδίων που καλύπτουν οι επιστημονικές θεωρίες, επιβάλλουν εξειδικευμένες προσεγγίσεις που εξυπηρετούν την κατανόηση και σχηματοποίηση φαινομένων περιορισμένου φάσματος. Αυτές ακριβώς οι προσεγγίσεις προσδιορίζονται ως επιστημονικά μοντέλα τα οποία αποτελούν στοιχεία των θεωριών (Σχήμα 1.β). Ωστόσο, η εννοιολογική και μαθηματική πολυπλοκότητα των επιστημονικών μοντέλων, απαιτεί και προϋποθέτει χρήση εξειδικευμένων εργαλείων που απαιτούν υψηλό επίπεδο αφαίρεσης. Γι’ αυτό, ειδικά για την εκπαίδευση, δημιουργούμε και αξιοποιούμε μετασχηματισμένο υλικό, τα σχολικά επιστημονικά μοντέλα, τα οποία από τη μια πλευρά επιτρέπουν περιορισμένη και οριοθετημένη πρόσβαση στη γνώση, αλλά από την άλλη οδηγούν τους/τις μαθητές/τριες στη δυνατότητα καλά θεμελιωμένων ερμηνειών και προσεγγίσεων, με εξειδικευμένα και συστηματικά δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά (Σχήμα 1.γ).

Μεταβαίνοντας, από την άλλη πλευρά, στο επίπεδο των καθημερινών εμπειριών, η συνεχής βύθιση των ανθρώπων και των κοινωνικών-συλλογικών οντοτήτων στον φυσικό κόσμο, αλλά και στα κοινωνικά και τεχνολογικά περιβάλλοντα, δημιουργεί μια ισχυρή και συνεχή πηγή ερεθισμάτων που επιβάλλουν στη σκέψη μια αδιαφοροποίητη σειρά εμπειριών, εικόνων και συνειρμών (Σχήμα 1.δ). Η αντιληπτική οδός της νόησης βρίσκεται έτσι σε συνεχή διέγερση και η διεύρυνση και η εναλλαγή εμπειριών εγείρει ερωτήματα, οδηγεί σε μια αρχική νοητική επεξεργασία και διερευνά πιθανές απαντήσεις. Ωστόσο, η απλή επαφή με τον φυσικό κόσμο δεν προσφέρει κριτήρια που επιτρέπουν μια οργανωμένη και συστηματική διερεύνηση και σχηματοποίηση. Βέβαια, η καθημερινή ζωή είναι μια συνεχής πηγή ειδικών και πολυδιάστατων προκλήσεων που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα, το οποίο ξεκινά από ισχυρά φαινόμενα του ευρύτερου ανθρώπινου περιβάλλοντος, όπως οι σεισμοί, ο καιρός και το κλίμα, τα ηφαίστεια, οι πυρκαγιές, οι πλημμύρες κ.λπ. και εκτείνεται σε φαινόμενα που αναγνωρίζονται κατά τη χρήση συμβατικής ή ψηφιακής τεχνολογίας στο σπίτι, την εργασία, την υγεία κ.λπ. (Σχήμα 1.ε). Σταδιακά, η ανθρώπινη σκέψη σε ατομικό, συλλογικό ή κοινωνικό επίπεδο επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα φαινόμενα, η πρόσληψη των οποίων βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με την επεξεργασία και την κατανόηση της επιστημονικής γνώσης από το ευρύτερο κοινό, όπως αυτή αποτυπώνεται στους μηχανισμούς εκλαΐκευσης της γνώσης, δηλαδή τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης κ.λπ. Η μελέτη ορισμένων από αυτά τα φαινόμενα επιλέγεται επίσης ως αντικείμενο εργασίας στα σχολικά προγράμματα σπουδών, αφού προηγουμένως έχουν κατανεμηθεί σε διάφορες σχολικές και ηλικιακές βαθμίδες βάσει ορισμένων ρητών ή σιωπηρών κριτηρίων. Κατά τη διάρκεια της μελέτης των φαινομένων αυτών, γίνεται προσπάθεια να έρθει η σκέψη των μαθητών πιο κοντά στην επιστημονική σχολική γνώση. Βασική προϋπόθεση αυτής της προσπάθειας προσέγγισης, είναι ο εντοπισμός των κρίσιμων δυσκολιών που αντιμετωπίζει η σκέψη των μαθητών. Έτσι, στην πορεία από τη λήψη ερεθισμάτων από τον φυσικό κόσμο προς την προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών, περνάμε αναπόφευκτα μέσα από τις βιωματικές νοητικές παραστάσεις στις οποίες προαναφερθήκαμε (Εικόνα 1.στ).



Σχήμα 1

Τα πρόδρομα μοντέλα μεταξύ επιστημονικών θεωριών και φυσικού κόσμου

Αν επιμείνουμε στη σχηματοποίηση της διπλής εισόδου στη σχολική επιστημονική γνώση, είδαμε από την πλευρά των Φυσικών Επιστημών οδηγούμαστε στην ανάγκη οικειοποίησης των σχολικών επιστημονικών μοντέλων ενώ από την πλευρά των καθημερινών εμπειριών για το φυσικό κόσμο φτάνουμε στο σχηματισμό βιωματικών νοητικών παραστάσεων. Έτσι, ως κύριο διδακτικό πρόβλημα αναδεικνύεται η μετάβαση από το βιωματικό κόσμο σε ένα πλαίσιο σχηματοποιήσεων όπως είναι αυτό των μοντέλων της σχολικής επιστημονικής γνώσης. Το πρόβλημα αυτό δεν έχει, δυστυχώς, μονοσήμαντες ή απλές λύσεις καθώς εμφανίζεται σε ένα τεράστιο εύρος διδακτικών αντικειμένων και με εντελώς άλλες μορφές στα διάφορα ηλικιακά και σχολικά επίπεδα. Γι' αυτό ένα κεντρικό ζήτημα, το οποίο συχνά εγκαταλείπεται για διάφορους λόγους, αποτελεί ο προσανατολισμός στη διερεύνηση και αναζήτηση διαδικασιών μετάβασης, οι οποίες υπερβαίνουν τον "τοπικό" χαρακτήρα των επιδιωκόμενων λύσεων και αποσκοπούν στην δημιουργία ευρύτερων πλαισίων. Τα πλαίσια αυτά θα πρέπει να έχουν από τη μία πλευρά δομική σταθερότητα και από την άλλη μια πλαστικότητα προσαρμογής σε επιμέρους περιστάσεις.

Στην προοπτική αυτή προτάθηκε η έννοια του *πρόδρομου μοντέλου* η οποία στη σχετική έρευνα αναπτύχθηκε και έδωσε ενδιαφέροντα αποτελέσματα (Lemeignan & Weil-Barais, 1997· Weil-Barais, 2001· Ravanis, 2020· Ravanis & Boilevin, 2022). «*Ο όρος "πρόδρομο" μαζί με τον όρο "μοντέλο", σημαίνουν ότι πρόκειται για μοντέλα που προετοιμάζουν την επεξεργασία άλλων μοντέλων. Κατά συνέπεια, τα πρόδρομα μοντέλα αποτελούνται από έναν ορισμένο αριθμό στοιχείων που χαρακτηρίζουν τα επιστημονικά μοντέλα τα οποία επιδιώκουν να προσεγγίσουν. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να αφορούν υποθετικές οντότητες και νοητικές πράξεις που συνδέονται με τον χειρισμό αυτών των οντοτήτων ή συμβολικών αναπαραστάσεων. Τα πρόδρομα μοντέλα έχουν αναγκαστικά μειωμένο πεδίο ισχύος σε σύγκριση με τα επιστημονικά μοντέλα..... αποτελούν επομένως διδακτικές κατασκευές που αποσκοπούν στο να βοηθήσουν τους μαθητές να*

αποκτήσουν πρόσβαση στα επιστημονικά μοντέλα. Είναι επομένως πρόδρομα όσον αφορά τη γνωστική ανάπτυξη» (Lemeignan & Weil-Barais, 1997, σ. 26).

Επομένως, αν τα πρόδρομα μοντέλα είναι νοητικές οντότητες των οποίων τα στοιχεία και οι σχέσεις μεταξύ των στοιχείων είναι συμβατές με ορισμένα χαρακτηριστικά των επιστημονικών μοντέλων που χρησιμοποιούμε στις διαδικασίες μάθησης και διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, φαίνεται ότι θα μπορούσαν να είναι τα κατάλληλα εργαλεία τα οποία πρέπει να συγκροτηθούν στη νόηση των μαθητών/τριών και να παρεμβληθούν μεταξύ της σχολικής εκδοχής των επιστημονικών μοντέλων και των βιωματικών νοητικών παραστάσεων (Σχήμα 1). Πράγματι, στο δομικό επίπεδο, οικοδομούνται και εγκαθίστανται στη σκέψη των παιδιών ως ενδιάμεσες οντότητες μεταξύ προσωπικών κατασκευών της πραγματικότητας και επιστημονικής γνώσης και προετοιμάζουν τη σκέψη αποτελώντας τη βάση στήριξης για μια πορεία προς την επεξεργασία πιο σύνθετων μοντέλων. Ασφαλώς, αυτό δεν μπορεί να συμβεί με αυθόρμητες ή χαλαρές διαδικασίες, αλλά με σχεδιασμό και αντίστοιχη υλοποίηση εξειδικευμένων διδακτικών παρεμβάσεων.

Δομικά και λειτουργικά στοιχεία των πρόδρομων μοντέλων

Στην έννοια του πρόδρομου μοντέλου, στο επίπεδο της μάθησης, βρίσκουμε σε αλληλεπίδραση τις διαπιστωμένες γνωστικές δυσκολίες των παιδιών, αλλά και στοιχεία των σχολικών μοντέλων τα οποία θέλουμε να κατανοήσουν οι μαθητές. Έτσι, με την ανάπτυξη δραστηριοτήτων για παιδιά ηλικίας 3-8 ετών, προσφέρουμε τα "σημεία εκκίνησης" και τα "σημεία άφιξης" της διαδρομής που πρέπει να ακολουθήσουν οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές/τριες προκειμένου να διαμορφωθούν στη σκέψη των παιδιών σταθερές οντότητες που έχουν περιεχόμενο, δομικά ή/και λειτουργικά στοιχεία συμβατά με αυτά των σχολικών μοντέλων και επομένως δημιουργούν στέρεες συνθήκες για την προετοιμασία των παιδιών για τη διαμόρφωση, στο μέλλον, πραγματικών σχολικών επιστημονικών μοντέλων. Όμως, προκειμένου να δημιουργηθούν οι καλύτερες δυνατές συνθήκες για να οικοδομήσουμε αλλά και για να αξιοποιήσουμε τα πρόδρομα μοντέλα, θα πρέπει να διακρίνουμε τα δομικά και λειτουργικά στοιχεία τα οποία ενσωματώνουν, δηλαδή να κατανοηθούν τα στοιχεία στα οποία πρέπει να στραφούν οι διδακτικές παρεμβάσεις μας.

Από δομική άποψη, στα απαρτιωμένα μοντέλα κυριαρχούν θεμελιώδη στοιχεία συμβολικές αναπαραστάσεις, εννοιολογικές σχέσεις, μαθηματικές διεργασίες κλπ. Ειδικότερα στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, όπου τα περιθώρια επεξεργασίας αφηρημένων οντοτήτων στη σκέψη των παιδιών είναι περιορισμένα, τα πρόδρομα μοντέλα που μπορούν να συγκροτηθούν έχουν δύο βασικά στοιχεία:

- *Ποιοτικά στοιχεία εννοιών και φαινομένων*. Πρόκειται για βασικά στοιχεία των πρόδρομων μοντέλων που καθορίζουν τη δυνατότητα προσέγγισης φυσικών φαινομένων. Συζητώντας για παράδειγμα, για τα θεμελιώδη οπτικά φαινόμενα η έννοια του φωτός και το φαινόμενο του σχηματισμού της σκιάς όπως προσεγγίζονται στη Γεωμετρική Οπτική είναι αναγκαίο να συγκροτηθούν στη νόηση των παιδιών.
- *Το εμπειρικό και πειραματικό πεδίο αναφοράς*. Το πεδίο αυτό αποτελείται από το οριοθετημένο σύνολο εμπειρικών καταστάσεων στις οποίες η χρήση του πρόδρομου μοντέλου επιτρέπει την ερμηνεία των φαινομένων. Αν, για

παράδειγμα, υιοθετούμε το μοντέλο της Γεωμετρικής Οπτικής ώστε να εργαστούμε με τα παιδιά για τη δημιουργία πρόδρομων μοντέλων στο πλαίσιό του, τα εμπειρικά πεδία που περιλαμβάνουν φαινόμενα όπως η ανάκλαση και η διάθλαση δεν είναι κατάλληλα, τουλάχιστον αν ενδιαφερόμαστε για την ανάδειξη των αιτιακών σχέσεων μεταξύ μεταβλητών, δηλαδή αν ενδιαφερόμαστε για την εξήγηση του "γιατί" συμβαίνουν αυτά τα φαινόμενα, αφού οι εξηγήσεις αυτές δεν συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο της Γεωμετρικής Οπτικής.

Από λειτουργική άποψη, παρά τις διαφορετικές προσεγγίσεις που συναντώνται στη σχετική βιβλιογραφία, φαίνεται ότι υπάρχει συμφωνία για την άποψη ότι ένα μοντέλο από την περιοχή των Φυσικών Επιστημών, μετασχηματισμένο για την εκπαίδευση, δηλαδή ένα σχολικό επιστημονικό μοντέλο, επιτρέπει τρεις διακριτές λειτουργίες (Genzling & Pierrard, 1994):

- *Περιγραφή*. Το επίπεδο της περιγραφής στο οποίο τα μοντέλα μας επιτρέπουν να επιλέγουμε αποτελεσματικές και κατάλληλες απεικονίσεις των φαινομένων. Η περιγραφή των συστημάτων, των σχέσεων και του μετασχηματισμού τους στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών δεν συμπίπτει με την απλή παρατήρηση και αποτύπωση των παρατηρούμενων. Στην πραγματικότητα, κατ' αρχάς η παρατήρηση και μετά η περιγραφή, απαιτεί και προϋποθέτει τη χρήση κριτηρίων που μόνο ένα μοντέλο μπορεί να προσφέρει. Για παράδειγμα, η παρατήρηση των φυτών σε έναν κήπο δεν προσφέρει μια δυνατότητα κατάταξής τους σε αειθαλή ή φυλλοβόλα.

- *Εξήγηση*. Το επίπεδο της εξήγησης, όπου η χρήση των στοιχείων και των συνδέσεων μεταξύ των στοιχείων ενός μοντέλου, καθιστά δυνατή τη δημιουργία αιτιωδών σχέσεων και την ερμηνεία των διαδικασιών στις οποίες εμπλέκονται ενεργητικά τα παιδιά και των αποτελεσμάτων που παράγονται.

- *Πρόβλεψη*. Το επίπεδο της πρόβλεψης, στο οποίο τα μοντέλα μας επιτρέπουν να σκεφτούμε τη χρήση και το συνδυασμό στοιχείων για την επιτυχή εφαρμογή σε νέα αλλά συναφή θέματα και τομείς. Η χρήση των συγκεκριμένων στοιχείων και των σχέσεών τους στο εσωτερικό ενός μοντέλου οδηγεί τη σκέψη στη διαμόρφωση μιας δημιουργικής ικανότητας για την αντιμετώπιση νέων προβλημάτων και φαινομένων με τη διατύπωση προβλέψεων, τη δημιουργία συσχετίσεων και την ανακατασκευή παρατηρούμενων γεγονότων με αφηρημένο τρόπο.

Η δυνατότητα των παιδιών να χρησιμοποιούν αυτές τις τρεις λειτουργίες υποδηλώνει την επιτυχή κατασκευή ενός σχολικού επιστημονικού μοντέλου που προέρχεται από τις Φυσικές Επιστήμες. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, προκύπτουν σημαντικά ερωτήματα σχετικά με τη διαδικασία συγκρότησης στη σκέψη αυτών των λειτουργιών. Η συζήτηση αυτή αποκτά μια νέα διάσταση υπό το πρίσμα της έννοιας του πρόδρομου μοντέλου, η οποία προσφέρει τη δυνατότητα κατανόησης της κατάστασης της σκέψης των παιδιών και ταυτοχρόνως, των αναπτυξιακών προοπτικών της, αφού η συγκρότηση ενός πρόδρομου μοντέλου προϋποθέτει με πολύ συγκεκριμένο τρόπο τη γνώση του που βρίσκονται και που θέλουμε να φτάσουν οι συλλογισμοί. Ωστόσο, ενώ τα σχολικά μοντέλα απαρτιώνονται όταν είναι σε θέση να παρέχουν περιγραφές, εξηγήσεις και

προβλέψεις, τα πρόδρομα μοντέλα θα μπορούσαν να διαθέτουν ορισμένες λειτουργίες, δηλαδή για παράδειγμα, τη δυνατότητα μόνο περιγραφών και προβλέψεων αφήνοντας τις εξηγήσεις για επόμενες φάσεις της μαθησιακής πορείας.

Συζήτηση

Η έρευνα για την ανάπτυξη πρόδρομων μοντέλων με σκοπό την προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών στην πρώιμη παιδική ηλικία, δημιουργεί μια ενδιαφέρουσα προοπτική, καθώς μας μεταφέρει από τη σφαίρα των βιωματικών νοητικών παραστάσεων σε ένα σώμα δομημένης γνώσης που προετοιμάζει τα μικρά παιδιά να συναντήσουν τα μοντέλα που συγκροτούν τη σχολική γνώση από τις Φυσικές Επιστήμες κατά τη διάρκεια της μελλοντικής σχολικής τους πορείας. Η πορεία αυτή μπορεί να οδηγήσει σε μια ακολουθία μαθησιακών διαδικασιών σχεδιασμένων για τη συγκρότηση όλο και περισσότερο εξελιγμένων πρόδρομων μοντέλων, μέχρι οι μαθητές/τριες να συναντήσουν το ολοκληρωμένο σχολικό μοντέλο.

Η συζήτηση αυτή έχει ενδιαφέρον για τη σκέψη των μικρών παιδιών, καθώς η προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική εκπαίδευση γίνεται εξαιρετικά πολύπλοκη, λόγω των γνωστικών περιορισμών των παιδιών. Προφανώς, στην ηλικία των 3-9 ετών, δεν είναι δυνατόν να μιλάμε για σχηματισμό μοντέλων και μοντελοποίηση. Ωστόσο, κάθε προσπάθεια εισαγωγής των μικρών παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες είναι μάταιη αν περιορίζεται σε μια αλληλουχία πειραμάτων ή/και αποσπασματικών εικόνων του φυσικού κόσμου. Τα πρόδρομα μοντέλα αν και περιλαμβάνουν έναν ορισμένο μόνο αριθμό χαρακτηριστικών των μοντέλων αναφοράς και έτσι η εμβέλειά τους είναι αναπόφευκτα περιορισμένη, μπορούν να προσανατολίσουν τους συλλογισμούς των παιδιών στις κρίσιμες παραμέτρους.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, το θεωρητικό πλαίσιο που παρουσιάζεται εδώ έχει καταστεί ένα γόνιμο πεδίο μελέτης. Ερευνητικές ομάδες από διαφορετικές χώρες και παραδόσεις έχουν δημοσιεύσει ερευνητικά δεδομένα για ένα φάσμα εννοιών των Φυσικών και Βιολογικών Επιστημών όπως η πλεύση και η βύθιση (Canedo-Ibarra et al., 2010), ο αέρας (Lorenzo Flores, Sesto Varela & García-Rodeja, 2018· García-Rodeja et al., 2023), οι σκιές (Ravanis et al., 2005· Resta-Schweizer & Weil-Barais, 2007), ο στοιχειώδης ηλεκτρισμός (Pantidos & Kaliampos, 2023) οι αλλαγές κατάστασης του νερού (Kambouri-Danos et al., 2019), η ενέργεια (Koliopoulos & Argyropoulou, 2011), η ποικιλία των ειδών (Jégou et al., 2022), η κληρονομικότητα (Ergazaki et al., 2015) κλπ. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι είναι δυνατόν να εργαστούμε με μικρά παιδιά ξεπερνώντας την παραδοσιακή προσέγγιση της απλής παρουσίασης εμπειριών από τον φυσικό κόσμο. Πράγματι, η συμμετοχή σε ορισμένες διδακτικές αλληλεπιδράσεις, ιδίως εκείνες που οργανώνονται γύρω από την υπέρβαση των πραγματικών εμποδίων της σκέψης, μπορεί να οδηγήσει στην κατασκευή πρόδρομων μοντέλων.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι, αφενός, μια τέτοια ερευνητική και διδακτική προοπτική έχει ακόμη πολύ δρόμο να διανύσει για να αποτελέσει μια σταθερή πρόταση και, αφετέρου, ότι πρέπει να είναι σε θέση να δώσει απαντήσεις σε ορισμένα σημαντικά ερωτήματα, όπως η πιθανή σχέση με τα προγράμματα διδασκαλίας στην πρώιμη παιδική ηλικία και οι σημαντικές συναισθηματικές πτυχές των παιδιών αυτής της ηλικίας. Ωστόσο, τα πιο πρόσφατα ερευνητικά ευρήματα και οι σχετικές διδακτικές δραστηριότητες παρέχουν γόνιμο έδαφος για περαιτέρω προσπάθειες προς αυτή την

κατεύθυνση. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι είναι δυνατόν να εργαστούμε με μικρά παιδιά ξεπερνώντας την παραδοσιακή προσέγγιση της δημιουργίας εκπαιδευτικών περιβαλλόντων για την παρουσίαση εμπειριών από το φυσικό κόσμο.

Ανεξάρτητα από τις παραδόσεις των ομάδων που εργάζονται στο πλαίσιο της μελέτης των πρόδρομων μοντέλων από τις Φυσικές Επιστήμες, η ανάπτυξη της έρευνας αυξάνει τον αριθμό των ερωτημάτων που πρέπει να τεθούν σε ότι αφορά τον μεθοδολογικό σχεδιασμό, τα αποτελέσματα που συγκεντρώνονται και τις ερευνητικές επιλογές. Τα ερωτήματα αυτά συγκροτούν μια νέα οπτική γωνία που απαιτεί επεξεργασία και, κυρίως, απαντήσεις σε γνωστικό επίπεδο ή/και σε παιδαγωγικό και διδακτικό επίπεδο. Ας δούμε ορισμένα μόνο σημαντικά ερωτήματα:

- Μπορούμε να γενικεύσουμε την ιδέα της χρήσης ενός πρόδρομου μοντέλου;
- Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ της πειραματικής εργασίας με μεμονωμένα παιδιά, μικρές ομάδες παιδιών και τυπικές σχολικές τάξεις για την επιτυχή συγκρότηση των πρόδρομων μοντέλων;
- Μπορεί μια σχολική δραστηριότητα που βασίζεται σε διδακτική ή διαμεσολαβημένη αλληλεπίδραση να είναι πάντα αποτελεσματική για όλα τα παιδιά; Ποιες είναι οι μεταβλητές που μπορούν να επηρεάσουν αυτή την αποτελεσματικότητα;
- Η επιτυχής συγκρότηση πρόδρομων μοντέλων για έναν μικρό αριθμό παιδιών σηματοδοτεί τη δυνατότητα γενίκευσής του και στα υπόλοιπα παιδιά;
- Πώς μπορούν τα αποτελέσματα της έρευνας να ενσωματωθούν στα σχολικά προγράμματα ή να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για την ανάπτυξη νέων προγραμμάτων;
- Ποια είναι η ειδική συμβολή των ψηφιακών τεχνολογιών στην εισαγωγή των μικρών παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες και, κυρίως, στην οικοδόμηση πρόδρομων μοντέλων;
- Ποια επίδραση έχει η προοπτική της συγκρότησης πρόδρομων μοντέλων στην αρχική εκπαίδευση και τη συνεχιζόμενη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών;

Τα ερωτήματα αυτά συνοδεύουν την πραγματοποιούμενη έρευνα για τα πρόδρομα μοντέλα και η προσπάθεια να απαντηθούν θα επιτρέψει τη δημιουργία ενός ευρύτερου χώρου ο οποίος θα αποσκοπεί σε μια ειδική προσπάθεια συστηματικής προσέγγισης των παιδιών 3-8 ετών στις Φυσικές Επιστήμες. Στη φάση ανάπτυξης που βρίσκεται η προσπάθεια της μελέτης της συγκρότησης των πρόδρομων μοντέλων σήμερα, μπορεί να υποστηριχτεί η υπόθεση της δυνατότητας δημιουργίας οντοτήτων οι οποίες τοποθετούνται μεταξύ των σχολικών επιστημονικών μοντέλων και των βιωματικών νοητικών παραστάσεων των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα που εξετάζονται στις Φυσικές Επιστήμες.

Οι οντότητες αυτές έχουν άλλη δομή και περιεχόμενο για τα διάφορα αντικείμενα μάθησης και προσαρμόζονται σε πολύ διαφορετικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις. Πράγματι, φαίνεται ότι όποιο και να είναι το θεωρητικό πλαίσιο που επιλέγεται για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων από τις Φυσικές Επιστήμες στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία, η φύση των πρόδρομων μοντέλων επιτρέπει την εστίαση στις μεταβλητές που καθιστούν δυνατή τη συγκρότησή τους. Για

παράδειγμα, πέρα από τους τυπικούς εποικοδομητικούς σχεδιασμούς που προβλέπουν ανίχνευση και διδακτική παρέμβαση για το μετασχηματισμό των βιωματικών νοητικών παραστάσεων των παιδιών (για παράδειγμα, Resta-Schweizer & Weil-Barais, 2007· García-Rodeja et al., 2023), εξίσου επιτυχείς σε σχέση με τη συγκρότηση πρόδρομων μοντέλων ήταν σχεδιασμοί με βάση αφηγήσεις ιστοριών και μύθων (Kaliampos et al., 2024· Pahl et al., 2025) ή στο πλαίσιο του μηχανικού σχεδιασμού για τη μάθηση (Ioannou, Kaliampos & Ravanis, 2024).

Είναι φανερό ότι η συνολική συζήτηση δεν οδηγεί σε μια σταθερή και παγιωμένη προσέγγιση, αλλά περισσότερο σε μια δυνατότητα και μια περιοχή μελέτης και ανάπτυξης. Αν ωστόσο, με τη δεδομένη γνώση που σταδιακά έχει συσσωρευτεί, πρέπει να αναδείξουμε τα βασικά κριτήρια εγκυρότητας των πρόδρομων μοντέλων αυτά είναι τα ακόλουθα δύο: (α) η σταθερή λειτουργία τους στη σκέψη των παιδιών τόσο στο πέρασμα του χρόνου όσο και σε διαφορετικές μαθησιακές περιστάσεις και (β) η συμβατότητά τους με τα σχολικά επιστημονικά μοντέλα.

Βιβλιογραφία

Allard, É., & Samson, G. (2025). Potential effects of an arts and science interdisciplinary intervention on kindergarten children's construction of scientific concepts. *McGill Journal of Education*. https://mje.mcgill.ca/article/view/9926

Ampartzaki, M., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2021). Deepening our knowledge about sustainability education in the early years: Lessons from a water project. *Education Sciences*, *11*(6), 251, https://doi.org/10.3390/educsci11060251

Ampatzidis, G., & Ergazaki, M. (2025). Pre-service early years teachers' understanding of Nature of Science. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11165-025-10261-1

Βελλοπούλου, Α., Καμπεζά, Μ., Μπιρμπίλη, Μ., & Παπανδρέου, Μ. (2023). "Ξαναδιαβάζοντας" το (νέο) Πρόγραμμα Σπουδών για το νηπιαγωγείο 6 χρόνια μετά: Η περίπτωση του προγράμματος των Φυσικών Επιστημών. Στο Κ. Πλακίτση, Ε. Σταμούλης, Ε. Κολοκούρη & Α.-Χ. Κορνελάκη (Επιμ.), *Ερευνητικές και διδακτικές προσεγγίσεις για τις Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση* (σσ. 108-128). Πατάκης.

Beisly, A., & Moffitt, A. (2024). Mixing it up: Exploring Fizzical-Science through play. *Theory and Practice in Child Development*, *4*(1), 108-117. https://doi.org/10.46303/tpicd.2024.7

Bush, A., & Alibakhshi, A. (2025). Bridging the early Science gap with Artificial Intelligence. In *CHI EA '25: Proceedings of the Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Article No.: 115, https://doi.org/10.1145/3706599.3721261

Γκούσκου, Ε., & Κολιόπουλος, Δ. (2012). Εκπαιδευτικές δραστηριότητες για παιδιά προσχολικής ηλικίας σε ένα μουσείο Ζωολογίας. Στο Κ. Πλακίτση (Επιμ.), *Κοινωνιογνωστικές και κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις στη διδακτική των φυσικών επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία* (σσ. 202-213), Αθήνα, Εκδ. Πατάκη.

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. 53-73). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_4

Chachlioutaki, M.-E., & Pantidos, P. (2024). Speech and gesture complementarity in a preschooler's conceptualization of mechanical equilibrium. *Education Sciences*, *14*(4), 338. https://doi.org/10.3390/educsci14040338

Chen, S., Sermeno, R., Hodge, K. N., Geesa, R. L., Song, H. S., Izci, B., Froh, Z., & Murphy, S. (2025). Aligning early childhood science teaching beliefs, practices, and children's learning outcomes: The impact of a professional development program. *Frontiers in Psychology*, 16, 1580018. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1580018

Christidou, V., Bonoti, F., & Hatzinikita, V. (2021). Drawing a scientist: Using the Emo-DAST to explore emotional aspects of children's images of scientists. *Research in Science & Technological Education*, *41*(4), 1287-1308. https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1998770

Christodoulakis, N., & Adbo, K. (2024). An analysis of the development of preschoolers' Natural Science concepts from the perspective of Framework Theory. *Education Sciences*, *14*(2), 126. https://doi.org/10.3390/educsci14020126

Δημητρίου, Α. (2013). *Έννοιες για τη φύση και το περιβάλλον στην προσχολική ηλικία. Ερευνητικά δεδομένα, μεθοδολογικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικές εφαρμογές*. Επίκεντρο.

Δημητρίου, Α., & Αϊβαλιώτου, Ε. (2016). Η συνεκπαίδευση των παιδιών προσχολικής και σχολικής ηλικίας με και χωρίς ειδικές ανάγκες στις Φυσικές Επιστήμες. Ερευνώντας τις απόψεις των εκπαιδευτικών. Στο Β. Τσελφές (Επιμ.), *Προσχολική ηλικία : οι Φυσικές Επιστήμες στην εκπαιδευτική σχέση παιδιών και εκπαιδευτικών* (σσ. 89-105). Εκδόσεις Άρτεμις Πετροπούλου.

Desli, D., & Dimitirou, A. (2014). Teaching Mathematics and Science in early childhood: Prospective kindergarten and primary school teachers' beliefs. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, *8*(2), 25-48. https://doi.org/10.26220/rev.2072

Εργαζάκη, Μ., Σαλταπίδα, Κ., & Ζόγκζα, Β. (2010). Ανιχνεύοντας τις ιδέες των μικρών παιδιών για τα μικρόβια. Στο Κ. Πλακίτση (Επιμ.), *Κοινωνιογνωστικές και κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις στη διδακτική των φυσικών επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία* (σσ. 275-299). Εκδόσεις Πατάκη.

Ergazaki, M., Valanidou, E., Kasimati, M. C., & Kalantzi, M. (2015). Introducing a Precursor Model of inheritance to young children. *International Journal of Science Education*, *37*(18), 3118-3142. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1121551

Ζαχαρής, Γ., & Τσιτουρίδου, Μ. (2021). Διερεύνηση της αποδοχής και χρήσης των φορητών συσκευών ως υποστηρικτικών εργαλείων μάθησης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *14*, 95-108. http://ouranos.edu.uoi.gr/thete/index.php/thete/article/view/377

Ζόγκζα, Β. (2007). *Η βιολογική γνώση στην παιδική ηλικία*. Μεταίχμιο.

Fragkiadaki, G., & Ravanis, K. (2016). Genetic research methodology meets Early Childhood Science Education research: A Cultural-Historical study of child's scientific thinking development. *Cultural-Historical Psychology*, *12*(3), 310-330. https://doi.org/10.17759/chp.2016120319

Fragkiadaki, G., Frangedaki, E. M., Zachariadi, I., & Christidou, V. (2024). Scientific toys in early childhood settings: Teaching and learning about light and shadows. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11165-024-10223-z

García-Rodeja, I., Barros, S., & Sesto, V. (2024). Inquiry-Based activities with woodlice in early childhood education. *Education Sciences*, *14*(7), 710. https://doi.org/10.3390/educsci14070710

García-Rodeja, I., Rodríguez Rouco, E. V., Lorenzo Flores, M. y 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

Genzling, J.-C., & Pierrard, M.-A. (1994). La modélisation, la description, la conceptualisation, l'explication et la prédiction. In J.-L. Martinand et al. (Éds), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 47-78). INRP.

Hadzigeorgiou, Y. (2016). *Imaginative Science Education. The central role of imagination in Science Education*. Springer Cham.

Haldón Lahilla, J., Pedreira Álvarez, M., & Lemkow-Tovias, G. (2022). Propuesta de análisis de la intervención de la persona adulta en un espacio de ciencia de libre elección. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, *40*(3), 109-103. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5505

Ioannou, M., Kaliampos, G., & Ravanis, K. (2024). Condensation and precipitation of water vapour: the emergence of a precursor model through the Engineering Design Process. *Education Sciences, 14*(7), 757. https://doi.org/10.3390/educsci14070757

Jégou, C., Gobert, J., Delserieys, A., & Ergazaki, M. (2022). A system to identify young children's reasoning about variations within populations. In J.-M., Boilevin, A. Delserieys & K. Ravanis (Eds), *Precursor Models for teaching and learning science during early childhood* (pp. 193-217). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_11

Jelinek, J. A. (2020). Children's Astronomy. Shape of the earth, location of people on earth and the day/night cycle according to polish children between 5 and 8 years of age. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, *14*(1), 69-87. https://doi.org/10.26220/rev.3345

Καλογιαννάκης, Μ., & Ρεκούμη, Χ. (2014). Δημιουργία εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών για τη διδασκαλία γεωλογικών φαινομένων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας: Η περίπτωση της διδασκαλίας των σπηλαίων. Στο Π. Καριώτογλου & Π. Παπαδοπούλου (Επιμ.), *Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον στην Προσχολική Εκπαίδευση* (σσ. 247-264). Αθήνα: Gutenberg.

Κρητικός, Γ., Φεσάκης, Γ., & Δημητρακοπούλου, Α. (2023). Τεχνολογικό περιβάλλον μάθησης STEAM με επίκεντρο τη διδασκαλία του μαγνητισμού στο Νηπιαγωγείο. Στο Κ. Πλακίτση, Ε. Σταμούλης, Ε. Κολοκούρη & Α. Χ. Κορνελάκη (Επιμ.), *Ερευνητικές και Διδακτικές Προσεγγίσεις για τις Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση* (σσ. 319-334). Πατάκης.

Kaliampos, G. (2021). Early childhood Special Science Education: Setting the frame of a newly born and well-promising trend. *Review of Science Mathematics and ICT Education*, *15*(2), 61-76. https://pasithee.library.upatras.gr/review/article/view/3795

Kaliampos, G., & Ravanis, K. (2019). Thermal conduction in metals: Mental representations in 5-6 years old children's thinking. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika 'Al-BiRuNi'*, *8*(1), 1-9. https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v8i1.3737

Kaliampos, G., Ioannou, M., Pantidos, P., & Ravanis, K. (2024). The transformation of children's mental representations of 5-6 year olds for coagulation: Precursor models through a storytelling approach. *Journal of Physics: Conference Series, 2871*, 012010. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2871/1/012010

Kallery, M., Psillos, D., & Tselfes, V. (2009). Typical didactical activities in the Greek early-years Science classroom: Do they promote science learning? *International Journal of Science Education*, *31*(9), 1187-1204. https://doi.org/10.1080/09500690701824850

Kampeza, M., & Delserieys Pedregosa, A. (2024). Symbolic representation of young children in science: Insights into preschoolers' drawings of change of state of matter. *Education Sciences*, *14*(10), 1080. https://doi.org/10.3390/educsci14101080

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

Kambouri-Danos, M., Ravanis, K., Jameau, A., & Boilevin, J.-M. (2019). Precursor Models and early years Science learning: A case study related to the water state changes. *Early Childhood Education Journal, 47*(4), 475-488. https://doi.org/10.1007/s10643-019-00937-5

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2022). Assessing algorithmic thinking skills in relation to age in Early Childhood STEM Education. *Education Sciences*, *12*(6), 380. https://doi.org/10.3390/educsci12060380

Katsidima, M. A., Lavidas, K., Kornelaki, A. C., & Kaliampos, G. (2023). An investigation on alternative ideas on thermal phenomena of pupils with and without learning difficulties. *SN Social Sciences*, *3*, 15. https://doi.org/10.1007/s43545-022-00603-5

Koliopoulos, D., & Argyropoulou, M. (2011). Constructing qualitative energy concepts in a formal educational context with 6-7-year-old students. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 5(1), 63-80. https://doi.org/10.26220/rev.89

Konstantinidou, Z., Brentas, F., & Stamatoglou, M. (2024). The connections children develop between science and mathematics: An example of temperature measurement in the kindergarten. *Contemporary Mathematics and Science Education, 5*(1), ep24004. https://doi.org/10.30935/conmaths/14385

Kornelaki, A. C., & Plakitsi, K. (2018). Thunderbolt hunt. Educational program for students from 5 to 9 years old in the archaeological Museum of Ioannina. *World Journal of Education, 8*(4), 87-101. https://doi.org/10.5430/wje.v8n4p87

Koutsikou, M., & Christidou, V. (2022). Address and involvement in e-books about COVID-19 for young children: An analysis of the visual mode. *Journal of Visual Literacy*, *41*(2), 153-170. https://doi.org/10.1080/1051144X.2022.2057650

Laurandeau, M., & Pinard, A. (1972). *La pensée causale.* Presses Universitaires de France.

Lemeignan, G., & Weil--Barais, A. (1997). *Η οικοδόμηση των εννοιών στη φυσική. Η διδασκαλία της Μηχανικής*. Τυπωθήτω.

Lorenzo Flores, M., Sesto Varela, V., & García-Rodeja, I. (2018). Una propuesta didáctica para la construcción de un modelo precursor del aire en la Educación Infantil. *Ápice. Revista De Educación Científica*, *2*(2), 55-68. https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4628

Lurçat, L. (1985). Imprégnation et transmission à l'école maternelle. *Revue Française de Pédagogie*, *71*, 39-46. https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1985_num_71_1_1544

Μπαγάκης, Γ., Παραμυθιώτου, Μ., Σιόλου, Κ., Μερίκου, Μ., & Αγγέλη, Ε. (2006). *Μεθοδολογία δραστηριοτήτων φυσικών επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση. Μια περίπτωση αυτομόρφωσης και κριτικής υποστήριξης νηπιαγωγών*. Μεταίχμιο.

Marchal-Gaillard, V., Marzin-Janvier, P., Boilevin, J.-M., & Grimault-Leprince, A. (2022). Contribution of Early Childhood Education to a sustainable society: Influences from home in preschool children's understanding of composting in France. *Early Childhood Education Journal*, *50*, 1247-1261. https://doi.org/10.1007/s10643-021-01260-8

Mudzielwana, N. P., & Maphosa, C. (2022). The teaching of science process skills in early childhood development classrooms. *Early Child Development and Care*. https://doi.org/10.1080/03004430.2022.2058941

Νάτσιου, Γ., Μπιρμπίλη, Μ., & Τσιτουρίδου, Μ. (2018). Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες μέσα από την εμπειρία και τις αντιλήψεις φοιτητών/τριών. Στο Μ. Καλογιαννάκης (Επιμ.),

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση. Προκλήσεις και προοπτικές (σσ. 235-258). Gutenberg.

Napal Fraile, M., Vázquez Bienzobas, L., Zudaire Ripa, I., & Uriz Doray, I. (2024). The effect of adult intervention in the development of science process skills. In K. Korfiatis, M. Grace, & M. Hammann (Eds), *Shaping the future of Biological Education Research*. *Contributions from Biology Education research*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44792-1_4

Nielsen, K. B., & Holmegaard, H. T. (2025). The fox, the flowers, and the poking stick: The worlds of young children and their encounters with school science. *Cultural Studies of Science Education.* https://doi.org/10.1007/s11422-024-10244-0

Nikolopoulou, A., Fili, S., Founta, M., & Starakis, I. (2024). Kindergarten students' and pre-service teachers' perceptions regarding the frequency of the Moon's appearance at night. *International Journal of Early Years Education*, *32*(1), 137-157. https://doi.org/10.1080/09669760.2023.2278468

Παπαμιχαήλ, Γ. (1986). Η ιδεολογία του παιδαγωγικού αυθορμητισμού στο χώρο της προσχολικής εκπαίδευσης. Στο Μ. Ηλιού (Επιμ.), *Προσχολική αγωγή και κατάρτιση νηπιαγωγών* (σσ. 184-197). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Pahl, A., Fuchs, H. U., Zanella, S., & Corni, F. (2025). Interaction of physical and narrative experiencing of heat transfer phenomena by kindergarten children. *Journal of Physics: Conference Series*, *2950*. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2950/1/012007

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

Papantonis Stajcic, M., & Nilsson, P. (2024). Teachers' considerations for a digitalised learning context of preschool Science. *Research in Science Education, 54*, 499-521. https://doi.org/10.1007/s11165-023-10150-5

Pavlou, Y., Zacharia, Z. C., & Papaevripidou, M. (2024). Comparing the impact of physical and virtual manipulatives in different science domains among preschoolers. *Science Education*, *108*, 1162-1190. https://doi.org/10.1002/sce.21869

Peikos, G., & Sofianidis A. (2024). What Is the future of Augmented Reality in Science teaching and learning? An exploratory study on primary and pre-school teacher students' views. *Education Sciences, 14*(5), 480. https://doi.org/10.3390/educsci14050480

Plakitsi, K. (Ed.). (2013). *Activity theory in formal and informal science education*. Sense Publishers.

Pourtois, J., & Desmet, H. (2002). La pédagogie de l'imprégnation. In J. Pourtois & H. Desmet (Eds.), *L'éducation postmoderne* (pp. 201-207). Presses Universitaires de France. https://shs.cairn.info/l-education-postmoderne--9782130526544-page-201?lang=fr

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-11oSECE_f.pdf

Ravanis, K. (2021). The Physical Sciences in Early Childhood Education: Theoretical frameworks, strategies and activities. *Journal of Physics: Conference Series, 1796,* 012092. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012092

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, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_3

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

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. https://doi.org/10.26220/rev.102

Rukiyah, M., & Kanedi, M. (2017). Early elementary science instruction: Does more time on science or science topics/skills predict science achievement in the early grades? *AERA Open, 5*(3), 2332858419861081. https://doi.org/10.1177/2332858419861081

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2023). A teaching intervention for magnetism using STEM in kindergarten. *International Journal of Professional Development, Learners and Learning, 5*(2), ep2312. https://doi.org/10.30935/ijpdll/13667

Solomonidou, C., & Kakana, D.-M. (2000). Preschool children's conceptions about the electric current and the functioning of electric appliances. *European Early Childhood Education Research Journal, 8*(1), 95-111. https://doi.org/10.1080/13502930085208511

Siry, C., Cabe-Trundle, K., & Saçkes, M. (2023). Science education during the early childhood years: Research themes and future directions. In N. G. Lederman, D. L. Zeidler, & J. S. Lederman (Eds.), *Handbook of research on Science Education* (Vol. 3, pp. 29-57). Routledge.

Χρηστίδου, Β., & Χατζηνικήτα, Β. (2003). Πως χειρίζονται τα παιδιά προσχολική και πρώτης σχολικής ηλικίας την αιτιότητα για τη θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών; *Ερευνώντας τον κόσμο του παιδιού*, *5*, 197212. https://doi.org/10.12681/icw.18127

Zamalloa, T., Salgado, M., & Berciano, A. (2025). How to promote scientific practices in early childhood education: The teachers' role. *International Journal of Science and Mathematics Education*. https://doi.org/10.1007/s10763-025-10557-8

Zarkadis, N., & Papageorgiou, G. (2024). Exploring prospective preschool teachers' argumentation skills on the Greenhouse Effect. *European Journal of Education and Pedagogy*, *5*(3), 15-23. https://doi.org/10.24018/ejedu.2024.5.3.843

Zoupidis, A., Tselfes, V., & Kariotoglou, P. (2021). Pre-service early childhood teachers' beliefs that influence their intention to use inquiry-based learning methods. *International Journal of Early Years Education*, *31*(3), 738-752. https://doi.org/10.1080/09669760.2021.1890552

Zoupidis, A., Tselfes, V., Papadopoulou, P., & Kariotoglou, P. (2022). Study of Kindergarten teachers' intentions to choose content and teaching method for teaching Science. *Education Sciences*, *12*(3), 198. https://doi.org/10.3390/educsci12030198

Weil-Barais, A. (1984). L'étude des connaissances des élèves comme préalable à l'action didactique. *Bulletin de Psychologie*, *38*, 157-160.

Weil-Barais, A. (2001). Constructivist approaches and the teaching of science. *Prospects*, *31*(2), 187-196. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_2

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, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08158-3_2