

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση


ΠΡΑΚΤΙΚΑ

14°

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου




12-14 Απριλίου 2025

**ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepnet.gr



Η Ενσώματη Μεταφορά ως Βασικό Στοιχείο της Δυναμικής Διαδικασίας της Μάθησης: Η Περίπτωση της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης στο Πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος

Ιωάννης Σταράκης, Παναγιώτης Παντίδος, Κρυσταλλία Χαλκιά

doi: [10.12681/codiste.9802](https://doi.org/10.12681/codiste.9802)

Η Ενσώματη Μεταφορά ως Βασικό Στοιχείο της Δυναμικής Διαδικασίας της Μάθησης: Η Περίπτωση της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης στο Πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος

Ιωάννης Σταράκης¹, Παναγιώτης Παντίδος², και Κρυσταλλία Χαλκιά³

¹Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, ²Επίκουρος Καθηγητής, ³Ομότιμη Καθηγήτρια

^{1,2}Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία,

³Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

¹gstarakakis@ecd.uoa.gr

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα επιχειρεί να καταγράψει στοιχεία ενσώματης μεταφοράς ως ένα δυναμικό μέσο παραγωγής νοήματος σε μαθητές Ε' Δημοτικού για τις εννοιολογικές διαστάσεις της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης, αξιοποιώντας το πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος. Από την ανάλυση των βιντεοσκοπημένων Διδακτικών Πειραμάτων προέκυψε ότι η πλειονότητα των εκπαιδευόμενων παρήγαγε, μέσω της σωματικής έκφρασης, μεταφορές ενσώματων νοηματοδοτήσεων, ανάμεσα σε διαφορετικά σημειωτικά πλαίσια. Οι μεταφορές αυτές ήταν συμβατές με την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση του φαινομένου.

Λέξεις κλειδιά: Διδακτικό Πείραμα, Ενσώματη Μεταφορά, Φαινόμενη κίνηση της Σελήνης

Embodied Metaphor as a Key Element of the Dynamic Process of Learning: The Case of the Moon's Apparent Motion in the Context of Teaching Experiment

Ioannis Starakis¹, Panagiotis Pantidos², and Krystallia Halkia⁴

¹Laboratory Teaching Staff, ²Assistant Professor, ³Emeritus Professor

^{1,2}Department of Early Childhood Education, ³Department of Primary Education

National and Kapodistrian University of Athens

¹gstarakakis@ecd.uoa.gr

Abstract

The present study seeks to document the potential manifestations of embodied metaphor as a dynamic means of meaning production in fifth-grade students, concerning the conceptual dimensions of the Apparent Motion of the Moon, in the context of a Teaching Experiment. The analysis of the video-recorded Teaching Experiments demonstrated that the majority of the students produced, through their bodily expression, metaphors of embodied meanings between different semiotic contexts. The aforementioned metaphors have been found to be consistent with the scientifically accepted explanation of the phenomenon.

Keywords: Embodied Metaphor, Moon's Apparent Motion, Teaching Experiment

Θεωρητικό πλαίσιο

Στο πλαίσιο της πολυτροπικής προσέγγισης για τη μάθηση, όλες οι τροπικότητες που εκφράζονται από τα διάφορα σημειωτικά συστήματα συνεργάζονται μεταξύ τους στη διαδικασία οικοδόμησης εννοιών αλλά και φαινομένων για τον φυσικό κόσμο (Givry & Tiberghien, 2011). Η σωματική έκφραση θεωρείται ότι παίζει κομβικό ρόλο σε αυτή τη συνεργασία είτε ως παράγοντας συνάρμοσης μεταξύ των υπόλοιπων σημειωτικών συστημάτων (προφορικός λόγος, γραπτά κείμενα, δισδιάστατες απεικονίσεις κλπ.) είτε ως φορέας διασύνδεσης των εσωτερικών νοητικών διεργασιών με την εξωτερική τους έκφραση (Jaipal, 2009 · Wilson, 2002). Με άλλα λόγια στην ενσώματη προσέγγιση για τη μάθηση η σωματική έκφραση συνιστά σκέψη, καθώς οι εκπαιδευόμενοι/ες παράγουν συλλογισμούς αλληλεπιδρώντας με τον υλικό κόσμο μέσω του σώματός τους (Castro-Alonso et al., 2024 · Kontra et al., 2015). Οι συλλογισμοί αυτοί θεωρούνται ενσώματες μεταφορές των αισθησιοκινητικών μας εμπειριών σε ένα πιο αφηρημένο επίπεδο (Desai, 2022 · Torres-Martínez, 2022).

Σύμφωνα με τη θεωρία της εννοιολογικής μεταφοράς (Conceptual Metaphor Theory-CMT) η μεταφορά εννοιολογήσεων από ένα πλαίσιο σε ένα άλλο αποτελεί θεμελιώδη γνωστική διαδικασία, βασισμένη σε ενσώματες εμπειρίες (Lakoff & Johnson, 2008). Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, οι μεταφορές δεν είναι απλά γλωσσικά φαινόμενα, αλλά εννοιολογικά εργαλεία που χαρτογραφούν γνώση από ένα πεδίο που λειτουργεί ως πηγή (source domain) - που μπορεί να είναι εμπειρικό και σωματοκεντρικό - σε ένα στόχο πεδίο (target domain) - συχνά αφηρημένο ή επιστημονικό. Η διεργασία αυτή έχει ενσώματο χαρακτήρα διότι οι συγκεκριμένοι ερευνητές θεωρούν ότι οποιαδήποτε εμπειρία του ανθρώπου είναι σωματική και για αυτό η συγκρότηση οποιασδήποτε έννοιας εδράζεται σε κιναισθητικές εμπειρίες. Στην ουσία, η σωματική εμπλοκή ενισχύει τη μάθηση επειδή αξιοποιεί προϋπάρχουσες ενσώματες δομές γνώσης. Ωστόσο, η CMT υπογραμμίζει ότι αυτές οι μεταφορές έχουν και περιορισμούς. Για παράδειγμα, οι αντιστοιχίσεις είναι πάντα μερικές - π.χ., η αναλογία «ηλεκτρικό ρεύμα ως ροή υγρού» δεν περιλαμβάνει τη κβαντική συμπεριφορά των ηλεκτρονίων. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από την εμπειρική βάση του υποκείμενου: αν κάποιος δεν έχει βιώσει τη «πίεση» ως φυσικό φαινόμενο, η μεταφορά «ηλεκτρική τάση ως πίεση» μπορεί να είναι δυσνόητη. Αυτοί οι περιορισμοί αποκαλύπτουν ότι οι μεταφορές, παρόλο που έχουν δυναμικό ρόλο στη μάθηση, απαιτούν κριτική σκέψη και προσαρμογή. Επομένως, η CMT προσφέρει μια ολιστική θεώρηση της μάθησης, που ενσωματώνει σώμα, γνώση και πολυτροπική εμπειρία. Δεν περιγράφει απλά πώς μεταφέρουμε πληροφορίες ανάμεσα σε πλαίσια, αλλά πώς αυτή η μεταφορά προκύπτει από τον βαθιά ενσωματωμένο τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε και επεξεργαζόμαστε τον κόσμο. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις τόσο για την εκπαίδευση των φυσικών επιστημών, όσο και για την κατανόηση της ανθρώπινης γνωστικής λειτουργίας. Άλλωστε, είναι χαρακτηριστικό ότι σχετικές έρευνες σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης για διάφορες έννοιες και φαινόμενα έχουν δείξει ότι η βελτίωση των εκπαιδευόμενων στο επίπεδο της σωματικής εννοιολόγησης συνεπάγεται αντίστοιχη βελτίωση και σε γνωστικό επίπεδο (Herakleioti & Pantidos, 2015 · Kontra, Goldin-Meadow & Beilock, 2012).

Από την άλλη μεριά το «Διδακτικό Πείραμα» είναι ένα μεθοδολογικό εργαλείο κατάλληλο τόσο για την διερεύνηση των προϋπαρχουσών αντιλήψεων των εκπαιδευόμενων όσο και της πορείας τους προς την κατάκτηση του επιστημονικά αποδεκτού προτύπου καθώς συνδυάζει στοιχεία κλινικής συνέντευξης και διδασκαλίας (Komorek & Duit, 2004). Διαφέρει από τη κλασική κλινική συνέντευξη σε δύο πράγματα: πρώτον, μπορεί να εκτείνεται σε πολλαπλές συνεδρίες, ανάλογα με τον στόχο της έρευνας, και δεύτερον, οι συνεντεύξεις οργανώνονται σκόπιμα ως μαθησιακές καταστάσεις (δημιουργώντας διδακτικές μαθησιακές σειρές) (Steffe et al., 2012). Τα Διδακτικά Πειράματα λαμβάνουν χώρα σε ομάδες 2-4 παιδιών και δομούνται γύρω από συγκεκριμένες δραστηριότητες (πειράματα, προσομοιώσεις, κ.λπ.), των οποίων τα αποτελέσματα συζητούνται με τους μαθητές. Πριν την εμπλοκή τους στις δραστηριότητες, οι μαθητές καλούνται να εκφράσουν και να συζητήσουν τις αρχικές τους ιδέες. Στη συνέχεια,

ακολουθεί η αντίστοιχη δραστηριότητα, προκειμένου να παρατηρήσουν τα φαινόμενα και να προσπαθήσουν να τα ερμηνεύσουν. Η μεθοδολογία αυτή προωθεί τη συζήτηση και την ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μαθητών (Duit et al., 1998). Απώτερός της σκοπός είναι η καταγραφή και μελέτη των μονοπατιών μάθησης (learning pathways) των μαθητών για το εκάστοτε φαινόμενο, δηλαδή των δυσκολιών που αντιμετώπισαν στην πορεία τους προς τη διατύπωση συμπερασμάτων και των πιθανών τρόπων υπέρβασής τους (Duit, 2007). Σχετικές έρευνες που διεξήχθησαν κατά τη τελευταία δεκαετία και αφορούσαν στη μελέτη διαφόρων εννοιών και φαινομένων τόσο στη δευτεροβάθμια όσο και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, με τη χρήση του Διδακτικού Πειράματος, επιβεβαιώνουν τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά του Διδακτικού Πειράματος ως μεθοδολογικού εργαλείου (Dimitriadi & Halkia 2012 · Kottara et al., 2024 · Stavrou et al., 2008 · Valkanou et al., 2024).

Η παρούσα εργασία αξιοποιώντας το πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος, επιχειρεί να καταγράψει εκφάνσεις ενσώματων εμπειριών μαθητών/τριών που συμμετείχαν σε Διδακτικό Πείραμα για τη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης, οι οποίες λειτούργησαν μεταφορικά για τη σκέψη τους. Για τον λόγο αυτό αναλύεται δευτερογενώς υλικό που προέκυψε πρωτογενώς από τη μελέτη των διαδικασιών μάθησης μαθητών Ε' τάξης δημοτικού για τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης (Starakis & Halkia, 2010 · Halkia & Starakis, 2013). Από την πρωτογενή έρευνα που εφαρμόστηκε σε 40 μαθήτριες/τες, με τη μέθοδο του Διδακτικού Πειράματος προέκυψε ότι: α) αρχικά οι μαθητές απέδιδαν στη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης 24ωρη περιοδικότητα, θεωρώντας κυρίως ότι η Γη ιδιοπεριστρέφεται με περίοδο 24 ωρών ενώ η Σελήνη είναι ακίνητη, β) τα $\frac{3}{4}$ του συνόλου των μαθητών, μετά το πέρας της διαδικασίας απέδιδαν ορθώς το φαινόμενο στον συνδυασμό της ιδιοπεριστροφής της Γης και την περιφοράς της Σελήνης γύρω από την Γη, με διαφορετικές συχνότητες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι Niebert et al. (2012), αναλύοντας 199 διδακτικές μεταφορές στις φυσικές επιστήμες, διαπίστωσαν ότι οι πιο αποδοτικές μεταφορές προέρχονται από πηγές που σχετίζονται με καθημερινές και ενσώματες εμπειρίες των μαθητών. Αυτό τονίζει τον κρίσιμο ρόλο της σύνδεσης μεταξύ θεωρητικών εννοιών και σωματικών πράξεων, χωρίς, ωστόσο, να σημαίνει ότι κάθε ενσώματη εμπειρία μπορεί απευθείας να αποτελέσει βάση για μια επιτυχή μεταφορά. Έτσι, η παρούσα έρευνα προσπαθεί να καταγράψει πιθανές μεταφορικές σχέσεις ανάμεσα σε αρχικές ενσώματες ιδέες/σκέψεις από τις/τους μαθήτριες/τες και σε ιδέες που εμφανίζονται σε ένα άλλο πλαίσιο εννοιολόγησης. Επειδή σύμφωνα με το Διδακτικό Πείραμα που εφαρμόστηκε ήταν ζητούμενο οι μαθήτριες να εννοιολογήσουν τις σχετικές κινήσεις Γης-Σελήνης μέσω σωματικών ρόλων ως Γη και ως Σελήνη, στην τρέχουσα μελέτη αναζητούνται εννοιολογικές σχέσεις στις οποίες οι μαθήτριες/τες κατέληξαν σε μια ενσώματη σωματική ιδέα, καθώς η σωματικότητα εμπριέχεται στο πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος, εκκινούμενες όμως από μια ενσώματη εμπειρία. Ουσιαστικά η συγκεκριμένη εργασία αναζητά σχέσεις ανάμεσα σε ενσώματες ιδέες των μαθητριών/των οι οποίες αποτέλεσαν σημεία εκκίνησης της σκέψης τους και οδήγησαν στο μετασχηματισμό (μεταφορά) στις ιδέες που τελικά εξέφρασαν κατά τις διάφορες πτυχές του Διδακτικού Πειράματος το οποίο, όπως αναφέρθηκε, βασίστηκε στη σωματική προσομοίωση.

Μεθοδολογία

Το υπό μελέτη Διδακτικό Πείραμα εντάσσεται σε μια ακολουθία 3 Διδακτικών Πειραμάτων για:

- α) τη Φαινόμενη Κίνηση του Ήλιου (Σταράκης, 2014)
- β) τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης (Halkia & Starakis, 2013) και
- γ) την Εναλλαγή των Εποχών (Σταράκης & Χαλκιά, 2015).

Κάθε ένα από τα προαναφερθέντα Διδακτικά Πειράματα αποτέλεσαν το μέσο για την οικοδόμηση αντιλήψεων για την ιδιοπεριστροφή της Γης, την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη και την περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο, αντίστοιχα.

Η διάρθρωση των Διδακτικών Πειραμάτων είναι σπονδυλωτή. Έτσι τα συμπεράσματα που διατυπώνονται σε καθένα από αυτά συνιστούν προαπαιτούμενα για την μελέτη των επόμενων. Στην προκειμένη περίπτωση η μελέτη της Φαινόμενης Κίνησης της Σελήνης προϋποθέτει τη γνώση της 24ωρης ιδιοπεριστροφής της Γης (από την ενότητα της Φαινόμενης Κίνησης του Ήλιου).

Το Διδακτικό Πείραμα αναφοράς βασίζεται σε μια σωματική προσομοίωση όπου οι μαθητές υιοθετώντας διαδοχικά τους ρόλους της Γης και της Σελήνης, εκφράζουν και στη συνέχεια διερευνούν τη λειτουργικότητα των ιδεών τους. Στο πλαίσιο αυτό αρχικά παρατηρούν φωτογραφίες, που απεικονίζουν διαδοχικές θέσεις της Σελήνης στον ουρανό σε σχέση με ακίνητο γήινο παρατηρητή. Οι φωτογραφίες αυτές είναι τραβηγμένες με χρονική καθυστέρηση 25 λεπτών η κάθε μια από την επόμενη (Εικόνα 1). Στη συνέχεια διατυπώνουν και ελέγχουν τις απόψεις τους αναφορικά με την εξήγηση της προαναφερθείσας παρατήρησης, μέσω σωματικής προσομοίωσης. Συγκεκριμένα, αφού παρατηρήσουν τις φωτογραφίες καλούνται να διερευνήσουν το ερώτημα: «Για ποιο λόγο η Σελήνη φαίνεται να αλλάζει θέση στον ουρανό, όσο περνάει η ώρα;». Ο μαθητής που αναπαριστά κάθε φορά τη Γη από τη μία προσομοιώνει σωματικά τις κινήσεις της Γης που θεωρεί ότι εξηγούν όσα παρατήρησε στις φωτογραφίες και από την άλλη δίνει οδηγίες στον μαθητή που προσομοιώνει τη Σελήνη να πραγματοποιήσει τις κινήσεις που πάλι θεωρεί ότι εξηγούν τα παρατηρηθέντα. Με τον τρόπο αυτό ανιχνεύονται οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών για τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης.

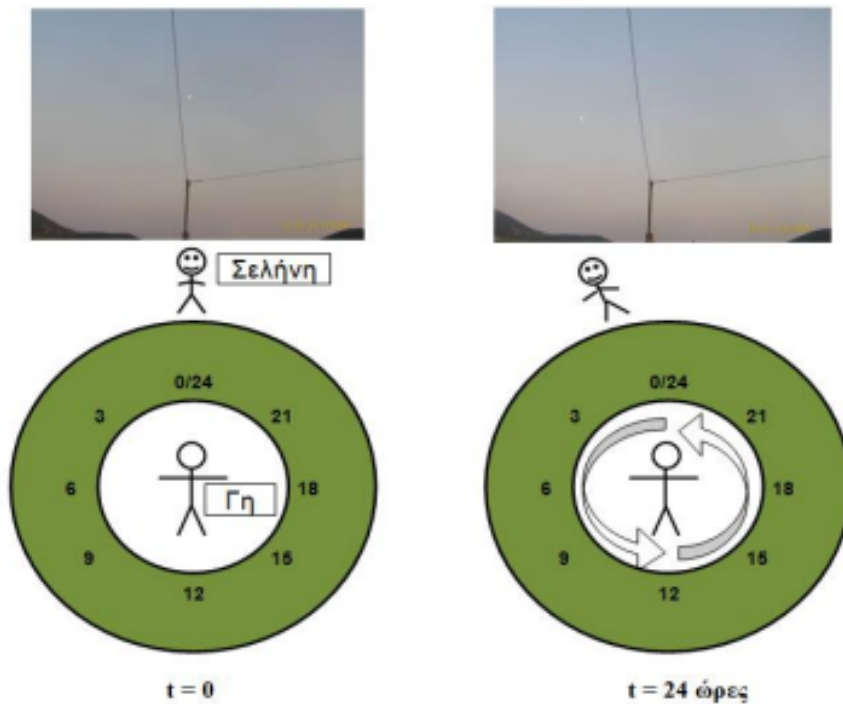
Εικόνα 1. Ακολουθία φωτογραφιών με χρονική καθυστέρηση 25 λεπτών που απεικονίζει τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης



Στη συνέχεια για να αισθητοποιήσουν τις διαφορετικές συχνότητες και τη φορά ιδιοπεριστροφής και περιφοράς της Γης και της Σελήνης αντίστοιχα, επιχειρούν να αναπαραστήσουν σωματικά τις κινήσεις και τις ταχύτητες των δύο σωμάτων που επαληθεύουν τη θέση της Σελήνης σε δύο φωτογραφίες τραβηγμένες με 24ωρη καθυστέρηση, πάλι σε σχέση με ακίνητο γήινο παρατηρητή. Οι φωτογραφίες αποκαλύπτουν ότι η περιοδικότητα του φαινομένου δεν είναι 24ωρη. Με δεδομένη τη γνώση της 24ωρης ιδιοπεριστροφής της Γης (από το 1^ο Διδακτικό Πείραμα) οι μαθητές που προσομοιώνουν τη Γη, όντας τοποθετημένοι μέσα σε ένα επιδαπέδιο ρολόι 24ωρης περιοδικότητας, αναμένεται με τη χρήση της σωματικής προσομοίωσης ως εργαλείου διερεύνησης, να αποδώσουν όσα βλέπουν στις φωτογραφίες στο συνδυασμό της ιδιοπεριστροφής της Γης και της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη (Εικόνα 2). Κάθε μαθητής έχει μπροστά του ένα φύλλο εργασίας που τον βοηθάει να πλοηγηθεί στα διάφορα βήματα/φάσεις του Διδακτικού Πειράματος.

Στην έρευνα συμμετείχαν 40 μαθήτριες/τές Ε' δημοτικού από 5 δημόσια δημοτικά σχολεία του λεκανοπεδίου Αττικής. Κάθε σχολείο διέθεσε 2 τμήματα Ε' τάξης και μια 4μελή ομάδα από κάθε τμήμα. Συνολικά σχηματίστηκαν 10 4μελείς ομάδες. Το δείγμα της έρευνας χαρακτηρίζεται ως βολικό. Το Διδακτικό Πείραμα διήρκεσε 2 διδακτικές ώρες και βιντεοσκοπήθηκε. Η εφαρμογή λάμβανε χώρα εντός του ωρολογίου προγράμματος, σε ξεχωριστή αίθουσα που παραχωρούσε το κάθε σχολείο.

Εικόνα 2. Ακολουθία φωτογραφιών με χρονική καθυστέρηση 24 ωρών που αποκαλύπτει ότι η περιοδικότητα της Φαινόμενης Κίνησης Της Σελήνης δεν είναι 24ωρη



Κωδικοποίηση

Στο πλαίσιο της δευτερογενούς ανάλυσης των δεδομένων που προέκυψαν από τη βιντεοσκόπηση του Διδακτικού Πειράματος, αρχικά σημειώθηκαν οι εννοιολογικές διαστάσεις του φαινομένου, μέσω του προφορικού λόγου των εκπαιδευόμενων. Ταυτόχρονα, σημειώθηκαν στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα εμφάνισής τους, το είδος της χειρονομίας/σωματικής έκφρασης που χρησιμοποίησαν για να αποδώσουν νόημα σε κάποια όψη του φαινομένου.

Για τον σκοπό αυτό οι ερευνητές χρησιμοποίησαν την τυπολογία των δεικτικών, εικονιζουσών και εργοτικών σωματικών εκφράσεων (McNeill, 1992). Δεικτικές νοούνται οι χειρονομίες (χεριών ή/και του σώματος) οι οποίες δείχνουν προς μια κατεύθυνση. Εικονίζουσες είναι οι χειρονομίες που αναπαριστούν κάτι μορφολογικά. Τέλος, εργοτικές προσδιορίζονται οι χειρονομίες που σχετίζονται με τον χειρισμό διαφόρων αντικειμένων. Σε δεύτερο επίπεδο, οι ερευνητές απέδωσαν σε κάθε χειρονομία το νόημα που μεταφέρει αναφορικά με τις εννοιολογικές διαστάσεις του φαινομένου. Επιπλέον καταγράφηκαν ως στοιχεία νοήματος τα σχέδια που παρήγαγαν οι εκπαιδευόμενοι αποδίδοντας όψεις των κινήσεων του συστήματος Γη-Σελήνη.

Η κωδικοποίηση πραγματοποιήθηκε παράλληλα από τους δύο πρώτους συγγραφείς/ερευνητές. Σε περιπτώσεις όπου δεν υπήρχε αρχική συμφωνία οι ερευνητές επιχειρηματολογούσαν μεταξύ τους μέχρι να επιτευχθεί συμφωνία (Jordan & Henderson, 1995). Όπου αυτό δεν κατέστη δυνατό (<1%) οι σχετικές περιπτώσεις δεν λήφθησαν υπόψη.

Ανάλυση δεδομένων

Καταχωρήθηκαν τα νοήματα που κοινωνήθηκαν από τους μαθητές σε κάθε σημειωτικό σύστημα (προφορικός λόγος, σωματική έκφραση, σχέδιο). Για κάθε διάσταση που νοηματοδοτήθηκε σωματικά οι ερευνητές προχώρησαν σε περαιτέρω ποιοτική ανάλυση περιγράφοντας τον τρόπο με τον οποίο η σωματική έκφραση μεταφέρει νοήματα.

Αποτελέσματα

Από τη δευτερογενή ανάλυση του Διδακτικού Πειράματος για τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης προέκυψαν τα ακόλουθα μοτίβα ενσώματης μεταφοράς:

α) Κατά τη διάρκεια της σωματικής προσομοίωσης οι μαθητές/τριες προσπάθησαν να εκφράσουν ενσώματα τις εξηγήσεις τους για όσα είχαν παρατηρήσει προηγουμένως στις φωτογραφίες. Έτσι, είτε αναπαριστώντας τη Γη είτε τη Σελήνη, προσπαθούσαν να ερμηνεύσουν κυρίως μέσω εικονιζουσών σωματικών εκφράσεων το γιατί η Σελήνη στις φωτογραφίες φαινόταν να αλλάζει θέση όσο περνά η ώρα, το γιατί θεωρούσαν αρχικά ότι η περιοδικότητα του φαινομένου είναι 24ωρη, καθώς και το γιατί εν τέλει η περιοδικότητα αυτή δεν είναι 24ωρη. Για παράδειγμα, ως οντότητες - Γη επέλεγαν να ιδιοπεριστραφούν πλήρως για να δείξουν ποια κίνηση πραγματοποιεί η Γη μέσα σε 24 ώρες, ενώ ως οντότητες -Σελήνη πραγματοποιούσαν διάφορες κινήσεις, είτε αυθόρμητα είτε ακολουθώντας οδηγίες των μαθητών που προσομοίωναν τη Γη, έως ότου καταλήξουν σε εκείνη που είναι συμβατή με την ακολουθία των δύο φωτογραφιών που ήταν τραβηγμένες με 24ωρη χρονική καθυστέρηση. Αυτή η μετάβαση από την εννοιολόγηση των φωτογραφιών στην εννοιολόγηση μέσω των σωμάτων των μαθητριών/των νοείται ως ενσώματη μεταφορά ανάμεσα σε δύο διαφορετικά μορφολογικά πλαίσια (**φωτογραφίες – σώμα**). Σημειώνεται ότι το πλαίσιο «παρατηρώ την φωτογραφία με τις διαδοχικές θέσεις της Σελήνης» αποτελεί σωματική εμπειρία η οποία βασίζεται στη χωρική αντίληψη της θέσης μέσω της όρασης. Ο παρατηρητής, όταν βλέπει εικόνες της Σελήνης, προσομοιώνει νοητικά τη σχετική κίνηση Γης-Σελήνης χρησιμοποιώντας τις δικές του σωματικές εμπειρίες από κινήσεις (π.χ. το πώς «πλησιάζει»/«απομακρύνεται» ένα αντικείμενο όταν ο παρατηρητής το προσπερνάει) (Gallese, 2008). Στην περίπτωση μας θεωρείται ότι με αυτό τον τρόπο ο/η κάθε μαθητής/τρια πραγματοποίησε μεταφορά στο δικό του/της σώμα στο εκπαιδευτικό πλαίσιο που συμμετείχε κατά τη δραστηριότητα. Η μεταφορά αυτή παρατηρήθηκε στους 37 από τους/τις 40 μαθητές/τριες τους δείγματος (92,5 %).

β) Κατά τη διάρκεια της προφορικής συζήτησης μεταξύ του εκπαιδευτή και των μαθητών, μετά την διεξαγωγή της εκάστοτε σωματικής προσομοίωσης, γινόταν εκ νέου σύνδεση των ερμηνειών των εκπαιδευομένων με τις φωτογραφίες αναφοράς. Στη διαδικασία αυτή καταγράφηκαν για πρώτη φορά εικονίζουσες χειρονομίες που περιγράφουν την ιδιοπεριστροφή της Γης και την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη. Οι χειρονομίες αυτές αντιστοιχούν σε αντιλήψεις οι οποίες οικοδομήθηκαν σε πρότερο χρόνο κατά την εφαρμογή της σωματικής προσομοίωσης. Αρχικά, δηλαδή, οι μαθητές/τριες σωματοποίησαν τις σχετικές κινήσεις Γης-Σελήνης και έπειτα χρησιμοποίησαν χειρονομίες «πάνω» στις φωτογραφίες για να ερμηνεύσουν τη θέση της Σελήνης. Και εδώ η ενσώματη μεταφορά γίνεται ανάμεσα σε διαφορετικά μορφολογικά πλαίσια, αλλά με διαφορετική κατεύθυνση από ότι στην προηγούμενη περίπτωση (**σώμα – φωτογραφίες**). Η μεταφορά αυτή παρατηρήθηκε στους 26 από τους 40 μαθητές τους δείγματος (65 %).

γ) Κατά τη διάρκεια της σωματικής προσομοίωσης οι μαθητές/τριες ενώ αναπαριστούσαν σε δυνάδες τη Γη και τη Σελήνη αντίστοιχα, ενάλλασαν αυθόρμητα μέσω χειρονομιών τους ρόλους αυτών των οντοτήτων, διερευνώντας έτσι τις αντίστοιχες κινήσεις από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Για παράδειγμα, ως οντότητες - Γη ενώ ιδιοπεριστρέφονταν, ταυτόχρονα δείκνυαν μέσω χειρονομιών τη θέση της οντότητας - Σελήνη σε αντίστοιχες χρονικές στιγμές, άλλοτε προβλέποντας και άλλοτε επιβεβαιώνοντας τη θέση της. Σε άλλες περιπτώσεις ως οντότητες - Σελήνη ενώ παρακολουθούσαν τους μαθητές οντότητες - Γη να ιδιοπεριστρέφονται, δοκίμαζαν και εκείνοι να ιδιοπεριστραφούν προκειμένου να διαπιστώσουν από άλλη οπτική γωνία ποια φορά ιδιοπεριστροφής της Γης είναι η σωστή. Στην περίπτωση αυτή η ενσώματη μεταφορά λάμβανε χώρα εντός του ίδιου σημειωτικού πλαισίου (**σώμα 1 – σώμα 2**). Δηλαδή, ενώ αρχικά οι μαθητές/τριες σκέφτονταν σωματικά αναπαριστώντας μία οντότητα (λ.χ. την Γη) και ταυτόχρονα παρατηρούσαν κάτι άλλο (λ.χ. μία συμμαθήτρια που κινείται ως Σελήνη), από κάποια στιγμή και μετά εκφράζονται σωματικά (λ.χ. με δείξη) και για την οντότητα που πριν παρατηρούσαν, με άλλα λόγια,

μεταφέρονταν ενσώματα σε (προς) εκείνη. Η μεταφορά αυτή παρατηρήθηκε στους 36 από τους 40 μαθητές του δείγματος (90 %).

Συμπεράσματα

Από τη δευτερογενή ανάλυση του Διδακτικού Πειράματος για τη Φαινόμενη Κίνηση της Σελήνης διαπιστώθηκε ότι η σύνδεση των φωτογραφιών για τις θέσεις της Σελήνης στον ουρανό με ενσώματες πράξεις, έδωσε στους εκπαιδευόμενους τη δυνατότητα: α) να διερευνήσουν το φαινόμενο στον τρισδιάστατο χώρο, β) να μετατρέψουν τις διαδοχικές δισδιάστατες εικόνες της Σελήνης, σε τρισδιάστατη κίνησή της, γ) να συμπεριλάβουν στον ενσώματο αφηγηματικό τους κόσμο και τη Γη ως αντιληπτή οντότητα (καθώς στις φωτογραφίες δεν απεικονιζόταν η Γη).

Παράλληλα διαπιστώθηκε ότι εντοπίστηκαν αμφίδρομες μεταφορές ενσώματων νοηματοδοτήσεων, ανάμεσα σε διαφορετικά ή και όμοια μορφολογικά πλαίσια (φωτογραφίες-σώμα / σώμα-φωτογραφίες / σώμα 1 – σώμα 2). Οι εκπαιδευόμενοι στην πλειονότητά τους εμφάνισαν αυτές τις μεταφορές τόσο στο πλαίσιο της έκφρασης των αρχικών εναλλακτικών τους αντιλήψεων, όσο και στο πλαίσιο της εννοιολόγησης της επιστημονικά αποδεκτής ερμηνείας του φαινομένου. Συνυπολογίζοντας δε ότι η ερμηνεία αυτή υιοθετήθηκε από την πλειονότητα των εκπαιδευόμενων, σύμφωνα και με την πρωτογενή ανάλυση των αποτελεσμάτων, συνάγουμε ότι η μεταφορά ενσώματων νοηματοδοτήσεων βοήθησε αισθητά προς την κατεύθυνση αυτή, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από αντίστοιχες έρευνες στη διδακτική των φυσικών επιστημών (Kersting et al., 2024· Niebert et al., 2012).

Βιβλιογραφία

- Σταράκης, Ι., & Χαλκιά, Κ. (2015). Διδακτική προσέγγιση του φαινομένου της εναλλαγής των εποχών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, Μ. Καλλέρη (Επιμ.). *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, σελ. 287-295. Π.Τ.Δ.Ε. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε την 29/12/24 από: <https://drive.google.com/file/d/1Kt1u1enM75YfDwQ5mZs5s97gCMEQBKAPv/view>
- Σταράκης, Ι. (2014). *Νέες τεχνολογίες και εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες: Ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας διδακτικής ακολουθίας για φαινόμενα που συνδέονται με τις σχετικές κινήσεις Ήλιου-Γης-Σελήνης, στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση* [Διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών]. Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. <http://hdl.handle.net/10442/hedi/42089>
- Castro-Alonso, J. C., Ayres, P., Zhang, S. de Koning B. B. & Paas F. (2024). Research Avenues Supporting Embodied Cognition in Learning and Instruction. *Educational Psychology Review* 36, 10. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09847-4>
- Desai, R.H. (2022). Are metaphors embodied? The neural evidence. *Psychological Research* 86, 2417–2433. <https://doi.org/10.1007/s00426-021-01604-4>
- Dimitriadi, K., & Halkia, K. (2012). Secondary students' understanding of basic ideas of special relativity. *International Journal of Science Education*, 34(16), 2565–2582. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.705048>
- Duit, R. (2007). Science Education Research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 3(1). <https://doi.org/10.12973/ejmste/75369>
- Duit, R., Roth, W., Komorek, M., & Withers, J. (1998). Conceptual change cum discourse analysis to understand cognition in a unit on chaotic systems: towards an integrative perspective on learning in science. *International Journal of Science Education*, 20(9), 1059–1073. <https://doi.org/10.1080/0950069980200904>
- Gallese, V. (2008). Mirror neurons and the social nature of language: the neural exploitation hypothesis. *Social neuroscience*, 3(3-4), 317-333. <https://doi.org/10.1080/17470910701563608>

- Givry, D., & Tiberghien, A. (2011). Studying Students' Learning Processes Used during Physics Teaching Sequence about Gas with Networks of Ideas and Their Domain of Applicability. *International Journal of Science Education*, 34(2), 223–249. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.566289>
- Halkia, Kr., & Starakis, I. (2013). Design, implementation and evaluation of a teaching and learning sequence concerning the moon's apparent movement. Στο C. P. Constantinou, N. Papadouris, A. Hadjigeorgiou (Επιμ.) *E-Book proceedings of the ESERA 2013 Conference, Nicosia Cyprus, Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*. σ. 34-43. <https://www.dropbox.com/scl/fi/dmhy3h68vfdljinj2iet85/Design-implementation-and-%20evaluation-of-a-teaching-and-learning-sequence-concerning-the-moon-s-apparent-%20movement.pdf?rlkey=odngl6aqhro9dvtqejwa8vls9&e=2&dl=0>
- Herakleioti, E., & Pantidos, P. (2015). The contribution of the human body in young children's explanations about shadow formation. *Research in Science Education*, 46(1), 21–42. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9458-2>
- Jaipal, K. (2009). Meaning making through multiple modalities in a biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis. *Science Education*, 94(1), 48–72. <https://doi.org/10.1002/scs.20359>
- Jordan, B., & Henderson, A. (1995). Interaction Analysis: Foundations and practice. *Journal of the Learning Sciences*, 4(1), 39–103. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0401_2
- Kersting, M., Amin, T.G., Euler, E., Gregorcic, B., Haglund, J., Kondrup Hardahl, L. & Steier, R. (2024) What is the role of the body in science education? A conversation between traditions. *Science & Education* 33, 1171–1210. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00434-7>
- Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619–633. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614717>
- Kontra, C., Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2012). Embodied learning across the life span. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 731–739. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01221.x>
- Kontra, C., Lyons, D. J., Fischer, S. M., & Beilock, S. L. (2015). Physical Experience Enhances Science Learning. *Psychological Science*, 26(6), 737–749. <https://doi.org/10.1177/0956797615569355>
- Kottara, A., Dimitrakou, M., & Starakis, I. (2024). Elementary Students' Understanding about How Convex Lenses Affect Light Propagation. *Education Sciences*, 14(4), 432. <https://doi.org/10.3390/educsci14040432>
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2008). *Metaphors we live by*. University of Chicago press.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: what gestures reveal about thought*. University of Chicago Press. ISBN: 978-0226561349
- Niebert, K., Marsch, S., & Treagust, D. F. (2012). Understanding needs embodiment: A theory-guided reanalysis of the role of metaphors and analogies in understanding science. *Science Education*, 96(5), 849–877. <https://doi.org/10.1002/scs.21026>
- Starakis, J., & Halkia, K. (2010). Primary school students' ideas concerning the apparent movement of the moon. *Astronomy Education Review*, 9(1). <https://doi.org/10.3847/aer2010007>
- Stavrou, D., Duit, R., & Komorek, M. (2008). A teaching and learning sequence about the interplay of chance and determinism in nonlinear systems. *Physics Education*, 43(4), 417–422. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/43/4/01>
- Steffe, L. P., Thompson, P. W., Glasersfeld, E., V. (2012). Teaching experiment methodology underlying principles and essential elements. Στο A. E. Kelly & R. A. Lesh (Επιμ.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (σ. 267-306). Routledge. ISBN 9781410602725
- Torres-Martínez, S. (2022). Metaphors are embodied otherwise they would not be metaphors. *Linguistics Vanguard*, 8(1), 185-196. <https://doi.org/10.1515/lingvan-2019-0083>
- Valkanou, E., Starakis, I., & Zoupidis, A. (2024). Design, Development, Implementation, and Evaluation of a Teaching–Learning Sequence on Heat Conduction. *Education Sciences*, 14(11), 1149. <https://doi.org/10.3390/educsci14111149>
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625–636. <https://doi.org/10.3758/bfo3196322>