ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

Αξιοποίηση πολυτροπικών προσεγγίσεων για τη διδασκαλία των νόμων του Νεύτωνα σε μαθήτρια με μαθησιακές δυσκολίες-δυσλεξία

Παρασκευή Αντωνακοπούλου, Χαρίλαος Τσιχουρίδης, Διονύσιος Βαβουγυιός

doi: 10.12681/codiste.7714

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 23/01/2026 02:18:11

Αξιοποίηση Πολυτροπικών Προσεγγίσεων για τη Διδασκαλία των Νόμων του Νεύτωνα σε Μαθήτρια με Μαθησιακές Δυσκολίες-Δυσλεξία

Παρασκευή Αντωνακοπούλου[1], Χαρίλαος Τσιχουρίδης[2], Διονύσιος Βαβουγυιός[3]

[1]Υποψήφια Διδάκτορας, [2]Αναπληρωτής Καθηγητής, [3]Ομότιμος Καθηγητής,

[1,2]Τμήμα Επιστημών Εκπαίδευσης και Κοινωνικής Εργασίας, Πανεπιστήμιο Πατρών

[3]Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[2]hatsihour@upatras.gr

Περίληψη

Οι νόμοι του Νεύτωνα αποτελούν τους πυλώνες της Νευτώνειας Μηχανικής. Η αποτελεσματική διδασκαλία τους είναι πολύ σημαντική για την κατανόηση των φαινομένων που άπτονται των συγκεκριμένων νόμων και ιδιαίτερα όταν στοχεύουμε σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Η παρούσα εργασία αφενός μεν διερευνά τις εναλλακτικές αντιλήψεις μαθήτριας με μαθησιακές δυσκολίες-δυσλεξία και αφετέρου το βαθμό επίτευξης εννοιολογικής αλλαγής, μέσω κατάλληλα σχεδιασμένης εξατομικευμένης διδακτικής παρέμβασης. Στο πλαίσιο αυτό, αξιοποιήθηκε η πολυτροπικότητα και χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα διδακτικά εργαλεία (ερωτηματολόγιο, φύλλο εργασίας, απτικές δραστηριότητες, προσομοιώσεις), μέσω των οποίων διαπιστώθηκε ο υψηλός βαθμός τροποποίησης των εναλλακτικών της αντιλήψεων και κατανόησης των νέων εννοιών.

Λέξεις κλειδιά: διδακτική παρέμβαση, εννοιολογική αλλαγή, μαθησιακές δυσκολίες-δυσλεξία, νόμοι Νεύτωνα, πολυτροπικότητα

Utilizing Multimodal Approaches for Teaching Newton's Laws to a Student with Learning Difficulties-Dyslexia

Paraskevi Antonakopoulou[1], Charilaos Tsihouridis[2], Dennis Vavougios[3]

[1]PhD candidate, [2]Associate Professor, [3]Emeritus Professor,

[1,2]Department of Education and Social Work, University of Patras

[3]Physics Department, University of Thessaly

[2]hatsihour@upatras.gr

Abstract

Newton's laws are the pillars of Newtonian Mechanics. Teaching them effectively is crucial for understanding the phenomena governed by these laws, especially when working with students who have learning difficulties. This study investigates, on the one hand, the alternative conceptions of a student with learning difficulties—specifically dyslexia—and, on the other hand, the extent to which conceptual change was achieved through a suitably designed individualized instructional intervention. In this context, multimodality was employed, and appropriate educational tools were utilized (questionnaire, worksheets, tactile activities, simulations), through which a high degree of modification in the student's alternative conceptions and understanding of new concepts was observed.

Keywords: conceptual change, instructional intervention, learning difficulties - dyslexia, multimodality, Newton's laws

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7714

Εισαγωγή

Οι μαθητές, λόγω βιωμάτων και εμπειριών τους από την καθημερινότητά τους διαθέτουν ποικίλες εναλλακτικές αντιλήψεις για τις δυνάμεις, την κίνηση και την αλληλεπίδραση των σωμάτων. Ωστόσο, δυσκολεύονται στην κατανόηση της Νευτώνειας Μηχανικής, λόγω σύγχυσης των εννοιών της δύναμης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης (Angell, 2004). Στο πλαίσιο αυτό, πολλές έρευνες έχουν καταγράψει τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για τους νόμους του Νεύτωνα, με στόχο την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής και την υιοθέτηση αποτελεσματικότερων διδακτικών πρακτικών. Οι μελέτες αφορούν διάφορες ηλικίες και διερευνούν τις αντιλήψεις μαθητών Γυμνασίου και Λυκείου για τους τρεις νόμους του Νεύτωνα (Jimoyiannis & Komis, 2003˙ Planinic et al., 2006˙ Yusof et al., 2013). Ωστόσο, στη περίπτωση μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες η αντίστοιχη ερευνητική αναζήτηση είναι περιορισμένη. Η παρούσα εργασία αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης που εξετάζει τις εναλλακτικές αντιλήψεις μιας μαθήτριας Β' Γυμνασίου με μαθησιακές δυσκολίες-δυσλεξία για τους νόμους του Νεύτωνα, αξιολογώντας το βαθμό επίτευξης εννοιολογικής αλλαγής και την πρόοδό της, έπειτα από εξατομικευμένη διδακτική παρέμβαση που έλαβε χώρα στο σπίτι της με στόχο την προετοιμασία της και τη διευκόλυνση της ένταξής της στη γενική τάξη στο πλαίσιο της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης.

Μεθοδολογία – Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας ήταν μια μαθήτρια της Β΄ Γυμνασίου με μαθησιακές δυσκολίες-δυσλεξία. Η εικόνα της σκιαγραφήθηκε από τη γνωμάτευση της διεπιστημονικής ομάδας του ΚΕ.Δ.Α.Σ.Υ., από τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών του σχολείου της και από προσωπική καταγραφή. Όπως διαπιστώθηκε, οι μαθησιακές της δυσκολίες, σε ορισμένες περιπτώσεις, επηρέαζαν την αυτοαποτελεσματικότητά της και τα κίνητρα της για μάθηση. Συχνά, εκδήλωνε άγχος και δυσκολευόταν στην αποκωδικοποίηση και κατανόηση των προερχόμενων από γραπτά κείμενα πληροφοριών, ενώ διαχειριζόταν με μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση τα μαθήματα των θετικών επιστημών. Επεξεργαζόταν αποτελεσματικότερα ακουστικές παρά οπτικές πληροφορίες, ωστόσο τα συνοδευόμενα από εικόνες ή σχήματα οπτικά ερεθίσματα βελτίωναν την επίδοσή της. Τα κείμενά της χαρακτηρίζονταν από λιτότητα, ενώ στα μαθηματικά παρουσίαζε καλύτερη επίδοση. Στα μαθήματα των φυσικών επιστημών συναντούσε δυσκολίες στην ορολογία και στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων, ωστόσο η αξιοποίηση διαδραστικών και πειραματικών δραστηριοτήτων διευκόλυνε την κατανόησή τους. Για τους σκοπούς της έρευνας εφαρμόστηκε εξατομικευμένη διδακτική παρέμβαση τριών φάσεων κατ' οίκον σε χρονικό διάστημα δέκα ωρών. Κατά την αρχική αξιολόγηση διαπιστώθηκαν οι εναλλακτικές της αντιλήψεις, μέσω της χορήγησης του αρχικού ερωτηματολογίου που αποτελούνταν από 26 ερωτήσεις που σχετίζονταν με τους νόμους του Νεύτωνα. Οι ερωτήσεις ήταν κλειστού και ανοιχτού τύπου (πολλαπλής επιλογής, σωστού-λάθους, συμπλήρωσης κενών και σύντομης ανάπτυξης), είχαν κατανεμηθεί ισάριθμα στους τρεις νόμους και ήταν βασισμένες σε ερωτήσεις που είχαν αξιοποιηθεί σε προγενέστερες έρευνες στην ίδια θεματική ενότητα. Οι ερωτήσεις σύντομης ανάπτυξης κι ορισμένες από τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής συνοδεύονταν από εικόνες προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδρασή τους στην επιλογή της σωστής απάντησης. Για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας του ερωτηματολογίου, οι ερωτήσεις του αξιολογήθηκαν κι από συναδέλφους φυσικούς, ενώ παράλληλα χορηγήθηκαν στη μαθήτρια για τον εντοπισμό μη κατανοητών ερωτήσεων και όρων, καθώς και για τον έλεγχο ανταπόκρισής της στη διαδικασία. Έπειτα από την υλοποίηση κατάλληλων τροποποιήσεων, το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε ειδικά για το συγκεκριμένο άτομο και έλαβε την τελική του μορφή. Ακολούθησε η εξατομικευμένη διδακτική παρέμβαση, η οποία σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη τις προερχόμενες από την αρχική αξιολόγηση εναλλακτικές αντιλήψεις της μαθήτριας και τις ιδιαίτερες δυσκολίες, αλλά και δεξιότητές της. Η παρέμβαση υλοποιήθηκε σε έξι ώρες, στη διάρκεια των οποίων, έπειτα από κατάλληλη καθοδήγηση, η μαθήτρια συμπλήρωσε φύλλο εργασίας στο οποίο

αποτυπώθηκαν οι απόψεις της, οι υποθέσεις της, οι παρατηρήσεις της και τα συμπεράσματά της. Παράλληλα, αξιοποιήθηκαν οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΤΠΕ-Ε) (διαδραστικές προσομοιώσεις από τις ιστοσελίδες PhET Colorado, seilias, Photodentro, βίντεο και εικόνες) για τη διευκόλυνση της κατανόησης των εννοιών, μέσω της οπτικοποίησης των πληροφοριών και της αναπαράστασης φαινομένων που δεν είναι εύκολο να παρατηρηθούν. Ιδίως, οι προσομοιώσεις που αξιοποιήθηκαν, παρέχοντας τη δυνατότητα προσωρινής παύσης και επανέναρξης και διασύνδεσης πολλών αναπαραστάσεων, ενίσχυσαν την αντιληπτική ικανότητα της μαθήτριας. Μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης υλοποιήθηκε η τελική αξιολόγηση που περιλάμβανε τη χορήγηση του αρχικού ερωτηματολογίου στη μαθήτρια με σκοπό να διαπιστωθεί ο βαθμός επίτευξης εννοιολογικής αλλαγής.

Αποτελέσματα

Η παρούσα εργασία δεν αποσκοπούσε στη γενίκευση συμπερασμάτων, αλλά στη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων μιας μαθήτριας με μαθησιακές δυσκολίες-δυσλεξία για τους νόμους του Νεύτωνα και τη συσχέτισή τους με τις δυνάμεις, την κίνηση και την αλληλεπίδραση των σωμάτων, καθώς και του βαθμού στον οποίο επιτεύχθηκε εννοιολογική αλλαγή, έπειτα από την αξιοποίηση κατάλληλων διδακτικών εργαλείων. Συγκεκριμένα, όπως προέκυψε από την αρχική αξιολόγηση οι εναλλακτικές αντιλήψεις της μαθήτριας για τους τρεις νόμους του Νεύτωνα κατά κύριο λόγο ταυτίζονταν με τις ιδέες των μαθητών τυπικής ανάπτυξης και με τα ευρήματα προγενέστερων ερευνών. Όσον αφορά τον πρώτο νόμο συσχέτιζε την κίνηση ενός σώματος με τη δράση κάποιας δύναμης και δυσκολευόταν να εντοπίσει τις δυνάμεις που ασκούνταν σε ακίνητα σώματα, ενώ θεωρούσε αναγκαία την ύπαρξη δύναμης στην κατεύθυνση της κίνησης για να διατηρείται η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, απόψεις που έρχονταν σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Yusof et al., 2013). Όσον αφορά το δεύτερο νόμο, οι αντιλήψεις της ήταν προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης, καθώς αντιλαμβανόταν τον τρόπο επίδρασης της μεταβολή της δύναμης ή της μάζας στη μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος ανά δευτερόλεπτο, ενώ θεωρούσε λανθασμένα ότι η άσκηση σταθερής δύναμης οδηγούσε σε κίνηση με σταθερή ταχύτητα. Τέλος, στον τρίτο νόμο, θεωρούσε άνισες τις δυνάμεις δράσης-αντίδρασης και δυσκολευόταν να εντοπίσει τα ζεύγη τους. Μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης, στη διάρκεια της οποίας αξιοποιήθηκαν εικόνες, βίντεο, διαδραστικές προσομοιώσεις από τις ιστοσελίδες PhET Colorado, seilias, Photodentro και δραστηριότητες με απλά καθημερινά υλικά, η αξιολόγηση της εικόνας της μαθήτριας ανέδειξε την τροποποίηση πολλών λανθασμένων εναλλακτικών της αντιλήψεων. Συγκεκριμένα, αντιλήφθηκε τη συσχέτιση της ακινησίας ενός σώματος ή της κίνησής του με σταθερή ταχύτητα με την άσκηση μηδενικής συνισταμένης δύναμης, αλλά διατήρησε την άποψη ότι η διακοπή άσκησης δυνάμεων επιφέρει ακινησία. Ακόμη, κατανόησε τη σχέση μάζας, δύναμης και επιτάχυνσης, όμως δεν τροποποίησε την εσφαλμένη αντίληψη ότι η άσκηση σταθερής δύναμης οδηγεί σε κίνηση με σταθερή ταχύτητα. Επιπλέον, αντιλήφθηκε τα ζεύγη δράσης-αντίδρασης, αλλά διατήρησε την άποψη ότι η συνισταμένη τους είναι μηδενική.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της έρευνας αναδεικνύει ότι η εξατομικευμένη διδακτική παρέμβαση επέφερε σημαντική εννοιολογική αλλαγή στις γνώσεις της μαθήτριας σχετικά με τους νόμους του Νεύτωνα. Οι περισσότερες από τις αρχικά λανθασμένες αντιλήψεις της τροποποιήθηκαν και ταυτίστηκαν με τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις. Η επιτυχία της παρέμβασης αποδίδεται κυρίως στις καινοτόμες εκπαιδευτικές τεχνικές και στα διδακτικά εργαλεία που αξιοποιήθηκαν και διαφοροποιήθηκαν από την παραδοσιακή διδασκαλία (Brigham et al., 2011). Η αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΤΠΕ-Ε) και κυρίως των προσομοιώσεων διευκόλυναν την

κατανόηση, καθώς βοήθησαν τη μαθήτρια να οπτικοποιήσει αφηρημένες έννοιες και φαινόμενα που, υπό άλλες συνθήκες, θα ήταν δύσκολο να παρατηρηθούν με σαφήνεια. Με τις αναπαραστάσεις αυτές, η μαθήτρια αντιλήφθηκε τις αρχές των νόμων του Νεύτωνα και απέκτησε εμπειρική αίσθηση των εννοιών. Αξιοσημείωτο είναι ότι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα από την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, η απόδοση της μαθήτριας στις τελικές ενδοσχολικές εξετάσεις, όπου περιλαμβάνονταν θέματα που σχετίζονταν με τους νόμους του Νεύτωνα, ήταν ικανοποιητική. Συγκεκριμένα, στη γραπτή εξέταση, επέλεξε όλα τα σχετικά με τους νόμους ερωτήματα κι έδωσε απαντήσεις που υποδήλωναν ότι είχε κατανοήσει κι ήταν σε θέση να εφαρμόζει τους νόμους, παρά το χρονικό διάστημα που είχε παρέλθει από τη διδασκαλία τους. Η επιτυχία της στις εξετάσεις επιβεβαιώθηκε και από την υψηλή βαθμολογία που έλαβε στο μάθημα της φυσικής, γεγονός που υποδεικνύει ότι η εννοιολογική αλλαγή που επέφερε η διδακτική παρέμβαση είχε διάρκεια και σταθερότητα. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η αξιοποίηση φύλλων εργασίας, διαδραστικών προσομοιώσεων, οπτικών αναπαραστάσεων και δραστηριοτήτων με απλά υλικά διευκολύνει τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες να κατανοήσουν σε βάθος σύνθετες επιστημονικές έννοιες. Συνεπώς, η πολυτροπική προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, προσαρμοζόμενη στις ανάγκες και τις δυνατότητες κάθε μαθητή, ενισχύει την κατανόηση μέσω της οπτικοποίησης, της πειραματικής εφαρμογής και της σύνδεσης της επιστημονικής θεωρίας με την καθημερινή ζωή. Βέβαια, για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων, θα μπορούσαν μελλοντικά να διεξαχθούν έρευνες σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες, αλλά και μαθητών τυπικής ανάπτυξης με στόχο τη σύγκριση και διερεύνηση των αντίστοιχων εναλλακτικών τους αντιλήψεων και του βαθμού επίτευξης εννοιολογικής αλλαγής.

Βιβλιογραφία

Angell, C. (2004). Exploring students' intuitive ideas based on physics items in TIMSS-1995. Στο C. Papanastasiou (Επιμ.), Proceedings of the IRC-2004 TIMSS. IEA International Research Conference (Vol. 2, σ. 108–123). Published Nicosia, Cyprus: University of Cyprus. https://www.iea.nl/sites/default/files/2019-03/IRC2004_Angell.pdf

Brigham, F., Scruggs, T., & Mastropieri, M. (2011). Science Education and Students with Learning Disabilities. Learning Disabilities Research & Practice, *26*(4), 223-232. http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00343.x

Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education, 33*(3), 375-392. http://dx.doi.org/10.1023/A:1025457116654

Planinic, M., Boone, W. J., Krsnik, R., & Beilfuss, M. L. (2006). Exploring alternative conceptions from Newtonian dynamics and simple DC circuits: Links between item difficulty and item confidence. *Journal of Research in Science Teaching, 43*(2), 150-171. http://dx.doi.org/10.1002/tea.20101

Yusof, M. M. M., Dalim, S. F., Ibrahim, N., & Ramli, M. F. (2013). The level of understanding of students and teachers in the concept of force and motion. Στο *Proceeding of the International Conference on Social Science Research*. Penang. Malaysia: World Conferences. Net. ISBN 978-967- 11768-1-8