ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2010)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Διερεύνηση αντιλήψεων μαθητών/τριών Γυμνασίου για τα μοντέλα από τη συμμετοχή τους σε διδακτική παρέμβαση βασισμένη στα μοντέλα

Ελένη Πετρίδου, Ιωάννης Σούλιος, Δημήτρης Ψύλλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Πετρίδου Ε., Σούλιος Ι., & Ψύλλος Δ. (2023). Διερεύνηση αντιλήψεων μαθητών/τριών Γυμνασίου για τα μοντέλα από τη συμμετοχή τους σε διδακτική παρέμβαση βασισμένη στα μοντέλα. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 373–381. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5021

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 23/02/2026 03:25:13

Διερεύνηση αντιλήψεων μαθητών/τριών Γυμνασίου για τα μοντέλα από τη συμμετοχή τους σε διδακτική παρέμβαση βασισμένη στα μοντέλα

Ελένη Πετρίδου[1], Ιωάννης Σούλιος[2], Δημήτρης Ψύλλος[3]
epet@eled.auth.gr, souliosg@otenet.gr, psillos@eled.auth.gr
[1] Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
[2] Σχολικός σύμβουλος Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης
[3] ΠΤΔΕ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Εφαρμόσαμε μία διδακτική παρέμβαση βασισμένη στα μοντέλα που αποτελείται από δύο τρίωρα εκπαιδευτικά σενάρια σε μαθητές/τριες Γ΄ Γυμνασίου. Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν ενεργά στην προβλεπτική χρήση έτοιμων προσομοιωμένων μοντέλων που αναπτύξαμε για τις ανάγκες της διδασκαλίας. Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσουμε τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα γραπτά αρχικά και τελικά ερωτηματολόγια των μαθητών/τριών για τα μοντέλα και τις συζητήσεις ανάμεσα στους μαθητές/τριες και τη διδάσκουσα έδειξαν ότι οι μαθητές/τριες εμφάνισαν σημαντική πρόοδο στις αντιλήψεις τους για τη φύση του μοντέλου, τη λειτουργία του και το θέμα της αλλαγής του. Επίσης, οι μαθητές/τριες συμμετείχαν με επιτυχία στη προβλεπτική χρήση των μοντέλων και οι εντυπώσεις τους από τη διδασκαλία είναι ενθαρρυντικές για την αξιοποίηση των ΤΠΕ στην ένταξη των μοντέλων στην υποχρεωτική εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: μοντέλα, πρόβλεψη

Εισαγωγή

Ερευνητές/τριες, εκπαιδευτικοί, εκπαιδευτικά ή ερευνητικά προγράμματα (PISA, 2003; Project 2061) προτείνουν ότι η εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών θα έπρεπε να οδηγεί τους μαθητές/τριες στην κατανόηση της επιστημονικής μελέτης των φαινομένων αναπτύσσοντας δεξιότητες διερεύνησης καθώς και γνώσεις των αναπαραστάσεων του υλικού κόσμου, δηλαδή των επιστημονικών θεωριών και μοντέλων.

Η αξία των μοντέλων και της μοντελοποίησης στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών έχει υποστηριχθεί τα τελευταία έτη από εκτεταμένες θεωρητικές προτάσεις και εμπειρικές έρευνες, οι οποίες αναδείχνουν τη σπουδαιότητά τους ως διδακτικά εργαλεία και τη δυνατότητά τους, αν αξιοποιούνται, να συμβάλλουν στη γνωστική εξέλιξη του μαθητή/τριας (Hestenes, 1997; Justi & Van Driel, 2005). Οι δυνατότητες και οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν μαθητές/τριες, φοιτητές/τριες ακόμα και εν ενεργεία εκπαιδευτικοί στην αναγνώριση και την εφαρμογή της ερμηνευτικής λειτουργίας των διαφόρων μοντέλων και κυρίως στην κατανόηση και εφαρμογή της προβλεπτικής τους λειτουργίας αποτελούν αντικείμενο διεθνούς ερευνητικού ενδιαφέροντος (Treagust et al., 2002; Cullin & Crawford, 2003).

Όπως φαίνεται από έρευνες, οι εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση και ιδιαίτερα οι παροχές από τις αλληλεπιδραστικές προσομοιώσεις και ειδικά περιβάλλοντα μοντελοποίησης αποτελούν ένα ισχυρό διδακτικό

Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου
με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», τόμος ΙΙ, σ. 373-381
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 23-26 Σεπτεμβρίου 2010

εργαλείο οπτικοποίησης και χειρισμού εννοιών και φαινομένων τα οποία δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθούν (Τζιμογιάννης, 2004). Υποστηρίζεται η εποικοδόμηση εννοιών της Φυσικής καθώς και η κατανόηση στοιχείων μοντελοποίησης όπως η περιγραφική και ερμηνευτική χρήση των μοντέλων (Beng Lee et al., 2009). Περιορισμένες είναι όμως οι έρευνες στην υποχρεωτική εκπαίδευση σχετικά με την προβλεπτική χρήση ειδικά προσαρμοσμένων επιστημονικών μοντέλων από μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς σε περιοχές της Φυσικής, όπως ο ηλεκτρισμός, και ιδιαίτερα οι μικροσκοπικοί μηχανισμοί ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων και η σύνδεση τους με μακροσκοπικά φαινόμενα.

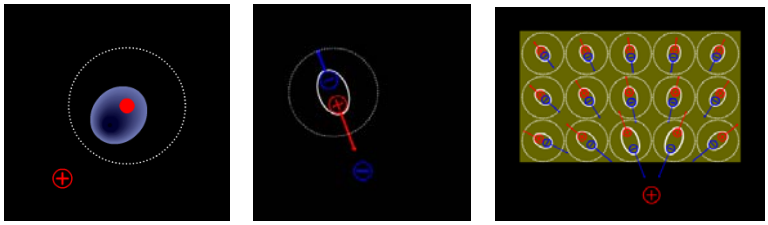
Εκτός από το διεθνές ερευνητικό υπάρχει και εκπαιδευτικό ενδιαφέρον για τη διδασκαλία και μάθηση με μοντέλα στη χώρα μας. Το πρόσφατα θεσμοθετημένο Ενιαίο Διαθεματικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΔΕΠΠΣ, 2003) τονίζει τη σημασία των μοντέλων και συγκεκριμένα αναφέρει στους σκοπούς για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (σελ. 540): «προτεραιότητα του εκπαιδευτικού είναι να οδηγήσει το μαθητή/τρια στην οικοδόμηση και χρήση επιστημονικών προτύπων-μοντέλων προκειμένου να περιγράψει, να ερμηνεύσει και να προβλέψει ορισμένα φυσικά ή χημικά φαινόμενα και διαδικασίες».

Στο πλαίσιο του διεθνούς ερευνητικού ενδιαφέροντος αλλά και του εκπαιδευτικού ενδιαφέροντος στη χώρα μας για τα μοντέλα, εφαρμόσαμε σε μαθητές Γ΄ Γυμνασίου μία καινοτομική διδακτική παρέμβαση βασισμένη στα μοντέλα και στις διαδικασίες μοντελοποίησης στην οποία οι μαθητές/τριες συμμετείχαν σε διερευνητικές διαδικασίες μοντελοποίησης (Mellar & Bliss, 1994) αλληλεπιδρώντας με ειδικά ανεπτυγμένα προσομοιωμένα μοντέλα (Petridou et al., 2006) προκειμένου να προβλέψουν φαινόμενα. Το ενδιαφέρον στην παρούσα εργασία εστιάζεται στη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών/τριών για τα μοντέλα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Η διδακτική παρέμβαση και τα προσομοιωμένα διδακτικά μοντέλα

Τα προσομοιωμένα μοντέλα που χρησιμοποίησαν οι μαθητές/τριες είναι αλληλεπιδραστικές προσομοιώσεις (Bliss, 1996) αφού παρέχουν τη δυνατότητα διερεύνησης, αλλαγής παραμέτρων και παρατήρησης των αποτελεσμάτων. Τα μοντέλα αναπτύχθηκαν με το πρόγραμμα Macromedia Flash και αφορούν στην πόλωση και στο διαφορετικό τρόπο φόρτισης μονωτών και αγωγών.

Το μοντέλο της πόλωσης αποτελείται από μία σειρά τριών αναπαραστάσεων: το άτομο, το δίπολο και το μονωτή. Στο σχήμα 1 φαίνεται η παραμόρφωση του νέφους ηλεκτρονίων στο άτομο, οι δυνάμεις που ασκούνται στο δίπολο και ο προσανατολισμός όλων των διπόλων στο μονωτή όταν κοντά τους υπάρχει ένα εξωτερικό φορτίο (Petridou et al., 2006).

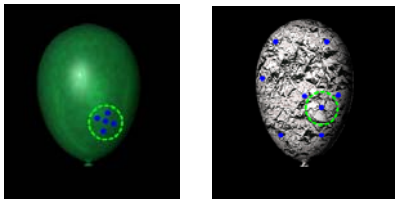


α β γ

Σχήμα 1. Αναπαραστάσεις του μοντέλου της πόλωσης: (α) άτομο, (β) δίπολο, (γ) μονωτής

Το προσομοιωμένο μοντέλο της πόλωσης το χρησιμοποίησαν οι μαθητές/τριες προκειμένου να προβλέψουν την έλξη ανάμεσα σε ένα φορτισμένο και ένα αφόρτιστο μπαλόνι. Συγκεκριμένα, μετακινώντας οι μαθητές/τριες το εξωτερικό φορτίο σε διάφορες θέσεις μπορούσαν να παρατηρήσουν την ταυτόχρονη παραμόρφωση του νέφους ηλεκτρονίων στο άτομο, τις ελκτικές και τις απωστικές δυνάμεις στο δίπολο και το διαφορετικό προσανατολισμό των δίπολων στον μονωτή. Οι παροχές αυτές του λογισμικού σχεδιάστηκαν για να διευκολύνουν τους μαθητές να προβλέψουν το υπό μελέτη φαινόμενο.

Επίσης, για την πρόβλεψη της περιστροφής ενός απλού μπαλονιού και της μη περιστροφής ενός μπαλονιού που είναι τυλιγμένο με αλουμινόχαρτο όταν στην μπροστινή τους πλευρά τρίβονται με μάλλινο ύφασμα και δεξιά τους βρίσκεται θετικά φορτισμένη ακλόνητη ράβδος, αναπτύξαμε δύο προσομοιωμένα μοντέλα που αναπαριστούν το διαφορετικό τρόπο φόρτισης αγωγών και μονωτών. Στο σχήμα 2 ο διακεκομμένος πράσινος κύκλος αναπαριστά το σημείο που τρίψαμε τα μπαλόνια με το μάλλινο ύφασμα και οι μπλε κουκίδες τα ηλεκτρόνια που μεταφέρθηκαν στα μπαλόνια (Πετρίδου, 2008).



α β

Σχήμα 2. Μεταφορά ηλεκτρονίων (α) στο μπαλόνι μονωτή (β) στο μπαλόνι αγωγός

Η δυνατότητα των μαθητών/τριών να τρίβουν με μάλλινο ύφασμα οποιοδήποτε σημείο ενός απλού μπαλονιού και ενός μπαλονιού με αλουμινόχαρτο και να παρατηρούν συγχρόνως τη μετακίνηση των ηλεκτρονίων οπτικοποιούσε το διαφορετικό τρόπο φόρτισης των μονωτών και αγωγών και τους διευκόλυνε στην πρόβλεψη του τρόπου κίνησης των δύο μπαλονιών στο δεύτερο φαινόμενο.

Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν σε "διερευνητικές" δραστηριότητες μοντελοποίησης. Σύμφωνα με τη διάκριση των Mellar και Bliss (1994) διερεύνησαν έτοιμα προσομοιωμένα μοντέλα (Petridou et al., 2006) προκειμένου να προβλέψουν φαινόμενα. Οι μαθητές/τριες εργάστηκαν με αλληλεπιδραστικές προσομοιώσεις μικροσκοπικών μοντέλων ακολουθώντας την καθοδηγούμενη διερευνητική προσέγγιση και με ειδικά σχεδιασμένα σενάρια. Στόχος των εκπαιδευτικών σεναρίων ήταν η εξοικείωση των μαθητών/τριών με την προβλεπτική χρήση του μοντέλου με ταυτόχρονη κατανόηση φαινομένων στατικού ηλεκτρισμού, συγκεκριμένα της έλξης ανάμεσα σε ένα αφόρτιστο και ένα φορτισμένο σώμα και του διαφορετικού τρόπου φόρτισης αγωγών και μονωτών. Αρχικά οι μαθητές/τριες προέβλεπαν το φαινόμενο, στη συνέχεια αλληλεπιδρούσαν με το προσομοιωμένο μοντέλο, διερευνούσαν τις παροχές του και αντλούσαν τα απαραίτητα στοιχεία ώστε να προβλέψουν ξανά το ίδιο φαινόμενο. Με βάση το φύλλο εργασίας ακολουθούσε παρατήρηση του πραγματικού πειράματος. Στο τέλος συμμετείχαν σε ομαδική συζήτηση μεταγνωστικού χαρακτήρα προκειμένου να συνειδητοποιήσουν τον τρόπο που χρησιμοποίησαν το μοντέλο και γενικότερα των διαδικασιών μοντελοποίησης στις οποίες συμμετείχαν (Petridou et al., 2009).

Μέθοδος

Πλαίσιο

Η διδακτική παρέμβαση εφαρμόστηκε σε 12 μαθητές/τριες της Γ' Γυμνασίου στην Έδεσσα. Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν στη διδακτική παρέμβαση η οποία αποτελούνταν από δύο τρίωρα εκπαιδευτικά σενάρια και η οποία πραγματοποιήθηκε στην αίθουσα υπολογιστών του σχολείου τους σε ώρες εκτός προγράμματος. Οι μαθητές εργαζόντουσαν σε ομάδες.

Εργαλεία μέτρησης

Για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών/τριών για τα μοντέλα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση δόθηκαν αντίστοιχα αρχικά και τελικά ερωτηματολόγια, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκαν συζητήσεις σε επίπεδο τάξης ανάμεσα στους μαθητές/τριες και στη διδάσκουσα. Οι συζητήσεις ήταν βασισμένες στις ερωτήσεις των ερωτηματολογίων. Το αρχικό ερωτηματολόγιο δόθηκε πριν το πρώτο εκπαιδευτικό σενάριο και ακριβώς μετά πραγματοποιήθηκε η συζήτηση ενώ το ίδιο τελικό ερωτηματολόγιο δόθηκε μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου εκπαιδευτικού σεναρίου και ακολούθησε η αντίστοιχη συζήτηση. Τα δεδομένα προέκυψαν από την ανάλυση των γραπτών απαντήσεων και των συζητήσεων. Δύο ερευνητές οι οποίοι ήταν σε διαρκή αλληλεπίδραση και επικοινωνία ανέλαβαν την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών προκειμένου να τις ταξινομήσουν.

Τα αρχικά και τελικά ερωτηματολόγια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών/τριών για τα μοντέλα περικλείουν τρεις ερωτήσεις που αποτελούν μέρος των ερωτήσεων που έχουν αναπτυχθεί από τους Grosslight et al. (1991) και έχουν χρησιμοποιηθεί από τους Crawford & Cullin (2005). Συγκεκριμένα η πρώτη ερώτηση «*Τι είναι το «επιστημονικό μοντέλο»; Τι σκέφτεσαι όταν ακούς αυτή τη λέξη;*» αναφέρεται στη φύση του μοντέλου και ανιχνεύει τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για το τι είναι ένα μοντέλο, η δεύτερη ερώτηση «*Ποιος είναι ο σκοπός του «επιστημονικού μοντέλου»; Δηλαδή για ποιον λόγο πιστεύεις ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί;*» αναφέρεται στη λειτουργία του μοντέλου, ενώ η τρίτη ερώτηση «*Θα άλλαζε ποτέ ένας επιστήμονας ένα μοντέλο; Αν ναι, γιατί; Αν όχι, γιατί όχι;*» σχετίζεται με το θέμα της αλλαγής του μοντέλου, δηλαδή ανιχνεύει τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για το αν αλλάζει ένα μοντέλο και πότε συμβαίνει αυτό.

Στην έρευνα χρησιμοποιήσαμε ανοιχτά ερωτηματολόγια διότι δίνουν την ευκαιρία στους μαθητές/τριες να αναπτύξουν τις αντιλήψεις τους για μία τόσο σύνθετη έννοια όπως αυτή του μοντέλου (Justi & Gilbert, 2002; Crawford & Cullin, 2005). Οι συζητήσεις, οι οποίες προωθούν την ελεύθερη έκφραση των αντιλήψεων (Vaughn et al., 1996) βοήθησαν στην εξαγωγή των ιδεών των μαθητών/τριών σε μεγαλύτερο βάθος (Cohen & Manion, 1997), ενώ παράλληλα ενημερώθηκαν οι μαθητές/τριες για τις αντιλήψεις των συμμαθητών/τριών τους. Ο ρόλος της διδάσκουσας ήταν καθοδηγητικός και συντονιστικός.

Πλαίσιο ανάλυσης δεδομένων

Οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών στους οποίους εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση για τα μοντέλα ταξινομήθηκαν με βάση ιεραρχημένο πλαίσιο ταξινόμησης τριών επιπέδων το οποίο αναπτύχθηκε από τη σύνθεση των ταξινομήσεων που προτείνονται στη βιβλιογραφία (Grosslight et al., 1991; Crawford & Cullin, 2005; Windschitl & Thompson, 2006) και αφορά στη φύση του μοντέλου, στη λειτουργία του και στο θέμα της αλλαγής του (Πετρίδου & Ψύλλος, 2008). Το 1ο επίπεδο περιλαμβάνει αντιλήψεις που αποκλίνουν περισσότερο από τις επιστημονικές και το 3ο περιλαμβάνει αντιλήψεις που προσεγγίζουν τις επιστημονικές.

Στο επίπεδο 1 περιλαμβάνονται οι αντιλήψεις που αποκλίνουν περισσότερο από αυτές των επιστημόνων και θεωρούν το μοντέλο ως πιστή αναπαράσταση αντικειμένων, ως μία

μέθοδο διδασκαλίας, ως τα βήματα ενός ερευνητή ή ως ένα πρότυπο μιας διαδικασίας. Σε ό,τι αφορά τη λειτουργία του μοντέλου, για το επίπεδο 1 αναφέρεται ότι το μοντέλο χρησιμοποιείται για να απλουστεύσει, να παρουσιάσει, να διευκρινίσει το θέμα που μελετάται και να ταξινομήσει τα φαινόμενα. Για το θέμα της αλλαγής, στο επίπεδο 1 περιλαμβάνονται αντιλήψεις μη αλλαγής του μοντέλου.

Οι επιπέδου 2 αντιλήψεις, για τη φύση του μοντέλου, ορίζουν το μοντέλο ως αναπαράσταση ενός φαινομένου, μιας διαδικασίας, ενός συστήματος ή ως ένα εργαλείο που βοηθά στην κατανόηση των φαινομένων, ενώ στη διάσταση της λειτουργίας του μοντέλου αναγνωρίζεται η επεξηγηματική του χρήση. Επιπλέον είναι αποδεκτή η αλλαγή ενός μοντέλου σε περίπτωση που δεν ικανοποιεί τους στόχους του κατασκευαστή του ή με την παρουσία νέων ερευνητικών δεδομένων.

Το επίπεδο 3 περιλαμβάνει αντιλήψεις που προσεγγίζουν τις επιστημονικές στις οποίες το μοντέλο ορίζεται ως αναπαράσταση μιας θεωρίας ή ιδέας και ως ένα ερευνητικό εργαλείο για τον έλεγχο υποθέσεων. Στο επίπεδο 3 αναγνωρίζεται τόσο η επεξηγηματική όσο και η προβλεπτική λειτουργία των μοντέλων, θεωρώντας το μοντέλο ως κίνητρο σκέψης και βοήθημα για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης, ενώ η αλλαγή ενός μοντέλου είναι δεδομένη όταν η συμπεριφορά του δεν συμφωνεί με τα δεδομένα του πραγματικού κόσμου.

Για να διαπιστωθεί η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοροποίησης ως προς τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τα μοντέλα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση εφαρμόστηκε μη παραμετρικός προσημικός στατιστικός έλεγχος διαφοράς μέσων όρων σε συζευγμένα δείγματα (Wilcoxon). Στο Wilcoxon χρησιμοποιήθηκαν τα τρία επίπεδα ταξινόμησης για τη φύση, τη λειτουργία και την αλλαγή του μοντέλου.

Αποτελέσματα

Αντιλήψεις μαθητών/τριών για τη φύση του μοντέλου

Οι αντιλήψεις όλων των μαθητών/τριών για τη φύση του μοντέλου πριν τη διδασκαλία κατατάσσονται στο επίπεδο 1, θεωρώντας ότι το μοντέλο είναι ένας τρόπος διδασκαλίας, η μεθοδολογία που ακολουθούν οι επιστήμονες, μία συσκευή ή ένα εργαλείο για την πραγματοποίηση πειραμάτων ή μία συσκευή που βοηθάει να ερευνήσουμε την επιστήμη. Από τις απαντήσεις της πλειοψηφίας των μαθητών/τριών φαίνεται να μην γίνεται διάκριση ανάμεσα στο μοντέλο και στον πραγματικό κόσμο.

Συγκεκριμένα 5 από τους 12 μαθητές/τριες αναφέρουν ότι το μοντέλο αποτελεί τρόπο διδασκαλίας. Χαρακτηριστικές απαντήσεις είναι: «*όταν ακούω αυτή τη λέξη μου έρχεται στο μυαλό ένας τρόπος διδασκαλίας*» ή «*το μοντέλο είναι ένα είδος εκμάθησης με τη βοήθεια του Διαδικτύου ή πειραμάτων*».

Τρεις μαθητές/τριες αναφέρουν ότι το μοντέλο αποτελεί τη μεθοδολογία που ακολουθούν οι επιστήμονες. Αντιπροσωπευτικές απαντήσεις είναι: «*επιστημονικό μοντέλο είναι μία σειρά από σχέδια τα οποία ακολουθούν οι άνθρωποι στους επιστημονικούς κλάδους όταν θέλουν να κάνουν κάποιες έρευνες*» ή «*επιστημονικό μοντέλο είναι ο τρόπος που δουλεύουν οι επιστήμονες*».

Τρεις μαθητές/τριες που αναφέρουν ότι το μοντέλο αποτελεί μία συσκευή ή εργαλείο για τη διεξαγωγή πειραμάτων ή τη διερεύνηση της επιστήμης αναφέρουν χαρακτηριστικά: «*επιστημονικό μοντέλο είναι μία συσκευή που μας βοηθάει να ερευνήσουμε την επιστήμη*» ή «*τα επιστημονικά μοντέλα ίσως είναι συσκευές ή εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται στα πειράματα*».
Ένας μαθητής/τρια δεν έδωσε καμία απάντηση.

Μετά τη διδασκαλία η πλειοψηφία των μαθητών/τριών (8 από τους 12) έδωσε απαντήσεις επιπέδου 2. Συγκεκριμένα, 6 από αυτούς αναφέρουν ότι το μοντέλο αποτελεί

μέσο για να κατανοήσουμε κάποιο φαινόμενο. Αντιπροσωπευτικές απαντήσεις είναι: «*επιστημονικό μοντέλο είναι ένα εργαλείο που μας βοηθάει να φανταστούμε κάποια πράγματα, π.χ. κινήσεις και μας εξηγεί τους λόγους για τους οποίους συμβαίνουν*» ή «*ένα μοντέλο απλοποιεί ένα φαινόμενο ώστε να γίνεται πιο εύκολη η κατανόησή του*».

Δύο από τους μαθητές/τριες των οποίων οι αντιλήψεις ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 2 ανέφεραν ότι το επιστημονικό μοντέλο είναι μία προσομοίωση ενός φαινομένου στον Η/Υ και μας δείχνει τον μικρόκοσμο. Αντιπροσωπευτική απάντηση είναι: «*επιστημονικό μοντέλο είναι ένα είδος προσομοίωσης ενός φαινομένου που μας βοηθάει να καταλάβουμε τον μικρόκοσμο*».

Τρεις μαθητές/τριες έδωσαν απαντήσεις για τη φύση του μοντέλου που ταξινομούνται στο επίπεδο 3 αφού αναφέρουν ότι το επιστημονικό μοντέλο αναπαριστά θεωρήματα, γνώσεις ή γενικά ιδέες κάποιου επιστήμονα ή αναφέρουν ότι αποτελεί ένα εργαλείο που μας βοηθάει να εξηγήσουμε, να κατανοήσουμε ή να προβλέψουμε πράγματα και φαινόμενα. Χαρακτηριστικές απαντήσεις είναι: «*επιστημονικό μοντέλο είναι ένα είδος βοήθειας που αναπαριστά αποδεκτά θεωρήματα, υφιστάμενες γνώσεις ή ιδέες ενός επιστήμονα*» ή «*επιστημονικό μοντέλο είναι ένα οποιοδήποτε εργαλείο που μας βοηθάει να εξηγήσουμε, να κατανοήσουμε ή να προβλέψουμε πράγματα και φαινόμενα που δεν θα μπορούσαμε να το κάνουμε από μόνοι μας*».

Μόνο 1 μαθητής/τρια είχε αντιλήψεις επιπέδου 1 αφού παρέμενε στην αρχική του αντίληψη ότι επιστημονικό μοντέλο είναι τα βήματα που ακολουθεί ένας επιστήμονας στην έρευνά του: «*επιστημονικό μοντέλο είναι τα σχέδια, βήματα που ακολουθεί ένας επιστήμονας στην έρευνά του*».

Αντιλήψεις μαθητών/τριών για τη λειτουργία του μοντέλου

Οι αντιλήψεις 9 μαθητών/τριών για τη χρήση του μοντέλου πριν τη διδασκαλία αποκλίνουν από αυτές των επιστημόνων και κατατάσσονται στο επίπεδο 1. Οι μαθητές/τριες των οποίων η απάντηση ταξινομήθηκε στο επίπεδο 1, θεώρησαν ότι σκοπός του μοντέλου είναι να βοηθήσει/ διευκολύνει στην πραγματοποίηση κάποιων πειραμάτων ή να απεικονίσει την πραγματικότητα ή να διευκολύνει τη διδασκαλία. Αντιπροσωπευτικές απαντήσεις είναι: «*σκοπός του επιστημονικού μοντέλου είναι να δείξει την πραγματικότητα*» ή «*το επιστημονικό μοντέλο είναι ένα μέσο που χρησιμοποιείται για να γίνουν κάποια πειράματα*» ή «*το επιστημονικό μοντέλο χρησιμοποιείται για να γίνεται η διδασκαλία στο σχολείο πιο εύκολη*».

Τρεις από τους 12 μαθητές/τριες έδωσαν απαντήσεις που ταξινομούνται στο επίπεδο 2 αφού θεώρησαν ότι σκοπός του μοντέλου είναι να κατανοήσουμε τα φυσικά φαινόμενα και να βγάλουμε συμπεράσματα: Χαρακτηριστικές απαντήσεις είναι: «*σκοπός του επιστημονικού μοντέλου είναι να καταλάβεις καλύτερα μέσα από παραδείγματα και να δεις τι συμβαίνει*» ή «*σκοπός του επιστημονικού μοντέλου είναι το να κατανοήσουμε κάποια πράγματα και να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα*».

Μετά τη διδασκαλία οι αντιλήψεις της πλειοψηφίας των μαθητών/τριών (8 από τους 12) για το σκοπό του μοντέλου ταξινομούνται στο επίπεδο 2 αφού αναφέρουν ότι σκοπός του μοντέλου είναι να βοηθήσει στην κατανόηση των φαινομένων ή για να μας δείξει στοιχεία τα οποία δεν είναι ορατά. Συγκεκριμένα, αντιπροσωπευτικές απαντήσεις των 6 από τους 8 μαθητές/τριες που ανέφεραν ότι το επιστημονικό μοντέλο χρησιμοποιείται για την κατανόηση των φαινομένων είναι: «*το μοντέλο το χρησιμοποιούμε για να καταλάβουμε ένα φυσικό φαινόμενο*» ή «*σκοπός του επιστημονικού μοντέλου είναι να μας βοηθήσει να καταλάβουμε τι γίνεται στο πείραμα*».

Δύο από τους 8 μαθητές/τριες των οποίων οι αντιλήψεις ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 2 ανέφεραν ότι το μοντέλο χρησιμοποιείται για να μας δείξει στοιχεία τα οποία δεν είναι ορατά με το μάτι: «*το μοντέλο χρησιμοποιείται για να μας φανερώσει πράγματα τα οποία εμείς δεν βλέπουμε*».

Τρεις μαθητές/τριες μετά τη διδασκαλία έδωσαν απαντήσεις επιπέδου 3 για το σκοπό των μοντέλων, αναφέροντας την προβλεπτική χρήση τους: Χαρακτηριστικές απαντήσεις είναι: «*χρησιμοποιώντας τη λογική και αξιοποιώντας τα κατάλληλα δεδομένα του μοντέλου μπορούμε να προβλέψουμε ένα φαινόμενο*» ή «*σκοπός του επιστημονικού μοντέλου είναι με τα στοιχεία που δίνει να καταλάβουμε το φαινόμενο και να φανταστούμε τι θα γίνει στο πείραμα*».

Μόνο 1 μαθητής/τρια, μετά τη διδασκαλία, έδωσε απάντηση επιπέδου 1 θεωρώντας ότι το μοντέλο χρησιμοποιείται για να πραγματοποιηθεί ένα πείραμα: «*το επιστημονικό μοντέλο είναι ένα μέσο που χρησιμοποιείται για να γίνουν κάποια πειράματα*».

Αντιλήψεις μαθητών/τριών για το θέμα της αλλαγής του μοντέλου

Οι αντιλήψεις 4 μαθητών/τριών για το θέμα της αλλαγής του μοντέλου πριν τη διδασκαλία αποκλίνουν από αυτές των επιστημόνων και κατατάσσονται στο επίπεδο 1, θεωρώντας ότι το μοντέλο δεν αλλάζει. Αντιπροσωπευτικές απαντήσεις είναι: «*το μοντέλο δεν αλλάζει γιατί μ' αυτό τον τρόπο καταλαβαίνουμε πώς είναι τα μόρια και τα άτομα για παράδειγμα*» ή «*το μοντέλο δεν μπορεί να αλλάξει γιατί ένας επιστήμονας το έχει επεξεργαστεί, το έχει εφεύρει και το έχει μελετήσει ο ίδιος*».

Οκτώ μαθητές/τριες θεώρησαν ότι το μοντέλο αλλάζει όταν δεν ικανοποιεί πλέον τον κατασκευαστή του και οι αντιλήψεις τους ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 2. Χαρακτηριστικές απαντήσεις είναι: «*αν ο επιστήμονας δεν το χρειαζόταν πια ή δεν τον βοηθούσε θα μπορούσε να το αλλάξει*» ή «*πιστεύω ότι κάποιες φορές το μοντέλο δεν είναι τέλειο ώστε να αποδώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα, αυτά που προσδοκεί ο επιστήμονας και τότε το αλλάζει*».

Μετά τη διδασκαλία η πλειοψηφία των μαθητών/τριών έδωσε απαντήσεις που ταξινομήθηκαν στα επίπεδα 2 και 3 θεωρώντας ότι ένα μοντέλο αλλάζει. Συγκεκριμένα, 7 από τους 12 μαθητές/τριες που ανέφεραν ότι το μοντέλο αλλάζει όταν δεν είναι χρήσιμο ή δεν ικανοποιεί τον κατασκευαστή του κατατάχθηκαν στο επίπεδο 2. Αντιπροσωπευτική απάντηση είναι: «*ένα μοντέλο θέλει αλλαγή όταν δεν μπορούμε να κατανοήσουμε κάποια πράγματα*».

Οι αντιλήψεις 3 μαθητών/τριών που θεώρησαν ότι το μοντέλο αλλάζει όταν τα δεδομένα του δεν είναι σε συμφωνία με τον πραγματικό κόσμο ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 3. Χαρακτηριστική απάντηση είναι: «*ένας επιστήμονας θα άλλαζε το μοντέλο αν η ιδέα που αντιπροσώπευε δεν ήταν συμβατή με τα δεδομένα του πραγματικού κόσμου*».

Μόνο 2 από τους 12 μαθητές/τριες είχαν αντιλήψεις που ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 1 αφού ανέφεραν ότι το μοντέλο δεν μπορεί να αλλάξει. Αντιπροσωπευτική απάντηση είναι: «*το μοντέλο δεν μπορεί να αλλάξει γιατί μας βοηθάει να καταλάβουμε στοιχεία για το πείραμα*».

Από τον στατιστικό έλεγχο (Wilcoxon) προκύπτει ότι στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις εντοπίστηκαν ως προς την αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών/τριών σχετικά με τη φύση του μοντέλου $Z=-3,071$ $p=0,002$ τη λειτουργία του $Z=-3,317$ $p=0,001$ και το θέμα της αλλαγής του $Z=-2,236$ $p=0,025$. Τα αποτελέσματα ενισχύουν την άποψη για την αποδοτικότητα της διδακτικής παρέμβασης στην κατανόηση των μοντέλων.

Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αρχικών και τελικών ερωτηματολογίων που δόθηκαν πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση φαίνεται η σημαντική πρόοδος των μαθητών/τριών στην κατανόηση της έννοιας του μοντέλου, παρόλο που οι μαθητές/τριες δεν οικοδόμησαν οι ίδιοι τα μοντέλα αλλά απλώς συμμετείχαν ενεργά στη χρήση έτοιμων προσομοιωμένων μοντέλων. Αυτό το εύρημα είναι σε συμφωνία με την άποψη των Aiello-Nicosia et al. (2000) ότι δεν είναι απαραίτητο ο μαθητευόμενος να οικοδομεί τα μοντέλα προκειμένου να κατανοήσει την έννοια του μοντέλου. Επίσης, από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν σημαντικές

διαφοροποιήσεις των αντιλήψεων των μαθητών/τριών για τα μοντέλα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Συγκεκριμένα, οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τη φύση του μοντέλου πριν τη διδασκαλία μετατοπίστηκαν από το επίπεδο 1 στα επίπεδα 2 και 3 μετά τη διδασκαλία. Σχετικά με τη λειτουργία του μοντέλου, ενώ πριν τη διδασκαλία οι αντιλήψεις όλων των μαθητών ήταν στα επίπεδα 1 και 2 (Van Driel & Verloop, 1999; Harrison, 2001) με την πλειοψηφία να ταξινομείται στο επίπεδο 1, μετά τη διδασκαλία οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών ταξινομούνται στα επίπεδα 2 και 3 με την πλειοψηφία να βρίσκεται στο επίπεδο 2. Παρόμοια στο θέμα της αλλαγής των μοντέλων υπάρχει πρόοδος των μαθητών/τριών αφού μετά τη διδασκαλία υπάρχουν αρκετοί μαθητές/τριες που έχουν αντιλήψεις επιπέδου 3. Γενικά στο θέμα της αλλαγής των μοντέλων η εικόνα των αντιλήψεων των μαθητών/τριών είναι πιο βελτιωμένη σε σχέση με τα άλλα χαρακτηριστικά, ένα εύρημα που συμφωνεί με τους Treagust et al. (2002). Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι το θέμα της αλλαγής του μοντέλου δεν άπτεται άμεσα του ορισμού του μοντέλου και φαίνεται ότι είναι πιο ευλογοφανής η αλλαγή του.

Θεωρούμε ότι η επιλογή των φαινομένων και των αντίστοιχων μικροσκοπικών μοντέλων, δηλαδή ο συνδυασμός των φαινομένων με τα κατάλληλα μοντέλα έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη του στόχου μας που ήταν η εισαγωγή στην έννοια του μοντέλου και των βασικών χαρακτηριστικών του, όπως η λειτουργία του και το θέμα της αλλαγής του. Τα συγκεκριμένα μοντέλα αναπαριστούν και οπτικοποιούν την αιτία των φαινομένων σε μικροσκοπικό επίπεδο. Οι μαθητές/τριες με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας, διερευνώντας τα μοντέλα, άντλησαν τις ιδέες/θεωρίες και ενεπλάκησαν ενεργά στην πρόβλεψη των φαινομένων. Δηλαδή, στο πλαίσιο της διερευνητικής προσέγγισης, τα συγκεκριμένα μοντέλα αποτέλεσαν ερευνητικό εργαλείο στα χέρια των μαθητών/τριών προκειμένου να καταφέρουν να προβλέψουν τα φαινόμενα και να τα συνδυάσουν με τους μικροσκοπικούς μηχανισμούς. Είπε χαρακτηριστικά ένας μαθητής: «*χρησιμοποιήσαμε το μοντέλο για να καταλάβουμε τι γίνεται με τα άτομα και να μπορέσουμε να πούμε τι θα συμβεί στο πείραμα*».

Ιδιαίτερα ενθαρρυντικές είναι οι εντυπώσεις που εξέφρασαν οι μαθητές/τριες για την όλη διαδικασία στην οποία συμμετείχαν. Εκφράσεις όπως: «*αυτή η διδασκαλία σε έβαζε στη διαδικασία να απορήσεις και να θέλεις να γνωρίσεις φαινόμενα. Η συγκεκριμένη διαδικασία διέφερε στο ότι επιτέλους ο μαθητής θα αγαπήσει το μάθημα και θα ενδιαφερθεί να μάθει γι' αυτό*» ή «*εργάστηκα με παρόμοιο τρόπο όπως εργάζονται οι επιστήμονες. Αρχικά κάναμε κάποιες προβλέψεις και μετά με τη χρήση μοντέλων καταφέραμε και φτάσαμε σε αυτό που είδαμε να γίνεται στο πείραμα και κατανοήσαμε πλήρως το φαινόμενο*» δίνουν το μήνυμα ότι η ένταξη των μοντέλων στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεί ισχυρό βήμα για την υλοποίηση των στόχων του προγράμματος σπουδών, όπως το να διερευνά ο ίδιος ο μαθητευόμενος τη γνώση λειτουργώντας όπως ο επιστήμονας, ενώ ταυτόχρονα η εκπαιδευτική διαδικασία γίνεται για το μαθητή/τρια εύκολη και ευχάριστη.

Ευχαριστίες

Η εργασία αποτελεί μέρος υποτροφίας αριστείας του έτους 2009 για μεταδιδακτορική έρευνα η οποία χρηματοδοτήθηκε από την Επιτροπή Ερευνών.

Αναφορές

Aiello-Nicosia, L. M., & Sperandeo-Mineo, M. R. (2000). Educational reconstruction of physics content to be taught and of pre-service teacher training: a case study. *International Journal of Science Education*, 22(10), 1085 -1097.

Beng Lee, C., Jonassen, D., & Teo, T. (2009). The role of model building in problem solving and conceptual learning. *Interactive Learning Environments,* 1(1), 1-19.

Bliss, J. (1996). Externalizing thinking through modeling: ESRC tools for exploratory learning research program. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (eds.), *International perspectives on the design of technology-supported learning environments* (pp. 25-40). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Crawford, B. A., & Cullin, M. (2005). Dynamic assessments of preservice teachers' knowledge of models and modelling. In K. Boersma et al. (eds.), *Research and the Quality of Science Education* (pp. 309–323). Springer.

Cohen, L., & Manion, L. (1989). *Research Methods in Education*. London, England: Routledge.

Cullin, M., & Crawford, B. A. (2003). Using technology to support prospective science teachers in learning and teaching about scientific models. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 2(4), 409-426.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.

Harrison, A. G. (2001). Models and PCK: Their relevance for practicing and preservice teachers. *Proceedings of the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching*. St. Louis, MO.

Hestenes, D. (1997). Modeling methodology for physics teachers. In E. F. Redish & J. S. Rigden (eds.), *Proceedings of International Conference on Undergraduate Physics Education* (pp. 935-957). NY: The American Institute of Physics.

Justi, S. R., & Van Driel, J. H. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing and understanding the process. *International Journal of Science Education*, 27(5), 549 - 573.

Justi, S. R., & Gilbert, K. J. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273-1292.

Mellar, H., & Bliss, J. (1994). Introduction: Modelling and education. In H. Mellar & J. Bliss, R. Boohan, J. Ogborn & C. Tompsett (eds.), *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum* (pp. 1-7). London: The Falmer Press.

Petridou, E., Psillos, Hatzikraniotis, E., & Viiri, J. (2006). Investigating aspects of modelling in electrostatics. In E. van den Berg, A. L. Ellermeijer & O. Slooten (eds.), *Proceedings of 7th International Conference GIREP, "Modelling in Physics and Physics Education"* (pp. 560-566). AMSTEL Institute, University of Amsterdam, Netherlands.

Petridou, E., Psillos, D., Hatzikraniotis, E., & Viiri, J. (2009). Design and development of a microscopic model in polarization. *Physics Education*, 44(6), 589-598.

PISA (Programme for the international student assessment) (2003). *Literacy skills for the world of tomorrow, (2003), OECD/UNESCO-UIS*, Retrieved 24 March 2010 from http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/43/9/33690591.pdf

Project 2061 (2010). *American Association for the Advancement of Science* (AAAS). Retrieved 24 March 2010 from http://www.project2061.org

Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, L. T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357–368.

Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.

Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Trancending simple forms of school science investigation: the impact of preservice instruction on teachers' understandings of Model–Based Inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783-835.

ΔΕΠΠΣ (2003). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Ανακτήθηκε στις 24 Μαρτίου 2010 από http://www.pi-schools.gr/programs/depps

Πετρίδου Ε. (2008). *Ανάπτυξη, εφαρμογή και διερεύνηση προσομοιωμένων μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΑΠΘ.

Πετρίδου, Ε., & Ψύλλος, Δ. (2008). Οι αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 1(3), 255-268.

Τζιμογιάννης, Α. (2004). Οι προσομοιώσεις στη διδασκαλία της Φυσικής. Στο Ι. Βλαχάβας, Β. Δαγδιλέλης, Γ. Ευαγγελίδης, Γ. Παπαδόπουλος, Μ. Σατρατζέμη & Δ. Ψύλλος (επιμ.), *Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Ελληνική Εκπαίδευση: απολογισμός και προοπτικές* (σ. 240-254), Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.