ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1, Αρ. 3 (2008)

Οι αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα

Ελένη Πετρίδου, Δημήτρης Ψύλλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Πετρίδου Ε., & Ψύλλος Δ. (2008). Οι αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *1*(3), 255–268. ανακτήθηκε από https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/44676

ΘΕΜΑΤΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
Τόμος 1, Τεύχος 3, Σελίδες 255-268
Εκδόσεις Κλειδάριθμος

Οι αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα

Ελένη Πετρίδου (epet@eled.auth.gr),
Δημήτρης Ψύλλος (psillos@eled.auth.gr)
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Πολλοί ερευνητές/τριες διεθνώς έχουν ανιχνεύσει και αναδείξει τις ιδέες για τα μοντέλα των μαθητών/τριών, των φοιτητών/τριών ακόμα και των εν ενεργεία εκπαιδευτικών. Ωστόσο στην Ελλάδα φαίνεται ότι είναι περιορισμένη αυτή η καταγραφή των ιδεών. Ακολουθώντας το ευρύ ερευνητικό ενδιαφέρον ανίχνευσης των αντιλήψεων για τα μοντέλα, αναπτύξαμε και δώσαμε σε 75 φοιτητές/τριες του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, υποψήφιους δασκάλους/λες ερωτηματολόγιο για την ανίχνευση των αντιλήψεων σε τρία χαρακτηριστικά των μοντέλων: τη φύση τους, τη λειτουργία τους και το ζήτημα της αλλαγής τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδείχνουν ότι οι φοιτητές/τριες έχουν αντιλήψεις που αποκλίνουν από τις επιστημονικές λιγότερο για τη διάσταση της αλλαγής των μοντέλων από αυτήν της φύσης τους και της λειτουργίας τους. Συνοψίζοντας, τα ευρήματα της παρούσας εργασίας αναδεικνύουν την αναγκαιότητα χρήσης των μοντέλων στην εκπαιδευτική διαδικασία, δεδομένου ότι τα μοντέλα συμβάλλουν καθοριστικά στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και των δεξιοτήτων επεξεργασίας της πληροφορίας από τους μαθητές/τριες.

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 επιστημονική γνώση αναπτύσσοντας την *κατανόηση* των *αναπαραστάσεων* του *υλικού κόσμου, δηλαδή των επιστημονικών*

θεωριών και μοντέλων. Σύμφωνα με τους Gilbert & Boulter (1998) μοντέλο είναι μία αναπαράσταση μιας ιδέας, ενός αντικειμένου, ενός γεγονότος, μιας διαδικασίας ή ενός συστήματος. Τα μοντέλα αποτελούν βασικό στοιχείο της αναπαραστασιακής διάστασης της επιστήμης και κύριο μεθοδολογικό εργαλείο της επιστημονικής έρευνας. Με τη χρήση των μοντέλων εξειδικεύονται θεωρίες, ερμηνεύονται φαινόμενα και ελέγχονται υποθέσεις (van Der Valk et al., 2007). Η σύγκριση και αλληλεπίδραση του μοντέλου με τον πραγματικό κόσμο μπορεί να το αναδιαμορφώσει και να δώσει νέες πληροφορίες για το θέμα που μελετάται. Τα μοντέλα και η διαδικασία επιστημονικής μοντελοποίησης είναι τα κύρια στοιχεία της ανθρώπινης νόησης και της επιστημονικής έρευνας. Η αξία των μοντέλων και της μοντελοποίησης στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών έχει υποστηριχθεί από εκτεταμένες έρευνες οι οποίες τονίζουν τη σπουδαιότητά τους και τη δυνατότητά τους να συμβάλλουν στη γνωστική εξέλιξη του μαθητή/τριας (Hestenes, 1997; Crawford & Cullin, 2004; Justi & Van Driel, 2005). Έχει επίσης υποστηριχτεί ότι το να οικοδομείς μοντέλα όχι μόνο έχει την πιθανότητα να βοηθήσει τους μαθητές/τριες να βελτιώσουν την κατανόησή τους για τα φυσικά φαινόμενα ή τα σύνθετα συστήματα αλλά μπορεί επίσης να διευκολύνει στην κατανόηση όψεων της φύσης της επιστήμης ως ένα εγχείρημα που ενδιαφέρεται κατά ένα μεγάλο μέρος στην επέκταση και βελτίωση των μοντέλων (Gilbert & Rutherford, 1998).

Οι μαθητές/τριες που εμπλέκονται σε διαδικασίες μοντελοποίησης έχουν την ευκαιρία να μάθουν για την επιστημονική έρευνα (Wisnudel-Spitulnik et al., 1999). Τα μοντέλα αποτελούν πολύτιμα εργαλεία διότι μπορεί κανείς να κατανοήσει αφηρημένες, δύσκολες έννοιες και μη ορατά φαινόμενα (Treagust & Harrison, 1999) και παίζουν θεμελιώδη ρόλο στη μεθοδολογία της επιστήμης (Ogborn & Martins, 1996). Διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται στα μοντέλα, εμπλέκουν τους μαθητές/τριες σε αυθεντικές πρακτικές χρήσης των μοντέλων ως εργαλεία για την περιγραφή, τη διερεύνηση, την ερμηνεία, την πρόβλεψη και άρα την εποικοδόμηση της γνώσης. Η χρήση των μοντέλων μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν τα φυσικά φαινόμενα (Σταυρίδου, 1995) ή τα σύνθετα συστήματα και να τους διευκολύνει στην κατανόηση στοιχείων της φύσης της επιστήμης.

Η μελέτη των αντιλήψεων και των γνώσεων των μαθητών/τριων για τα μοντέλα αφορά χαρακτηριστικά τους όπως η φύση τους, η λειτουργία τους, η οικοδόμησή τους, η πολλαπλότητά τους, η δυνατότητα αλλαγής τους και η πιστή αναπαράσταση της πραγματικότητας. Πολλές έρευνες ανέδειξαν τις περιορισμένες γνώσεις των μαθητών/τριών, φοιτητών/τριών, ακόμα και των εν ενεργεία εκπαιδευτικών σχετικά με τα μοντέλα και ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν προβλήματα να διδάξουν μοντέλα ή να εφαρμόσουν διαδικασίες μοντελοποίησης μέσα στην τάξη (Grosslight et al., 1991;

Ingham & Gilbert ,1991; Van Driel & Verloop, 1999). Δυσκολίες αντιμετωπίζονται στην αναγνώριση και την εφαρμογή της ερμηνευτικής λειτουργίας των μοντέλων αλλά κυρίως στην αναγνώριση της προβλεπτικής τους λειτουργίας (Treagust et al., 2002; Cullin & Crawford, 2003). Στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών τα μοντέλα χρησιμοποιούνται ως ένα βαθμό για την ερμηνεία των φαινομένων, ενώ η χρήση των μοντέλων με στόχο να προβλεφθεί ένα φαινόμενο δε φαίνεται να είναι διαδεδομένη. Το αποτέλεσμα είναι να εμφανίζεται ιδιαίτερη δυσκολία τόσο στην αναγνώριση της προβλεπτικής λειτουργίας των μοντέλων όσο και στην εφαρμογή της στη διδασκαλία από μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς.

Υπάρχει λοιπόν έντονο διεθνές ερευνητικό ενδιαφέρον για την μοντελοποίηση και τη χρήση μοντέλων στην εκπαιδευτική διαδικασία με όλες τις έρευνες να τονίζουν τη σπουδαιότητα των μοντέλων ως διδακτικά εργαλεία και την ικανότητά τους, αν αξιοποιούνται, να συμβάλλουν στη γνωστική εξέλιξη του μαθητή (Justi & Van Driel, 2005; Crawford & Cullin, 2004). Σε πρόσφατες μελέτες το ενδιαφέρον έχει μετατοπιστεί από τους μαθητές/τριες στους εκπαιδευτικούς αφού από αυτούς εξαρτάται η επιτυχία μιας διδασκαλίας βασισμένης στα μοντέλα (Saari & Viiri, 2003; Justi & Van Driel, 2005). Οι Justi & Gilbert (2002) τονίζουν ότι για να μπορέσουν οι μαθητές/τριες να εμπλακούν σε μία εκπαιδευτική διαδικασία με χρήση μοντέλων, απαραίτητο είναι οι εκπαιδευτικοί να γνωρίζουν για τα μοντέλα. Παρατηρείται ότι αν οι εκπαιδευτικοί δεν είναι γνώστες των μοντέλων και των διαδικασιών μοντελοποίησης δεν μπορούν να εφαρμόσουν στη τάξη διδασκαλίες βασισμένες στα μοντέλα.

Εκτός από το ερευνητικό υπάρχει και εκπαιδευτικό ενδιαφέρον για τη διδασκαλία και μάθηση με μοντέλα στη χώρα μας. Οι εν ενεργεία και εν δυνάμει εκπαιδευτικοί θα κληθούν να εφαρμόσουν το πρόσφατα θεσμοθετημένο Ενιαίο Διαθεματικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΔΕΠΠΣ, 2003) σε όλες τις βαθμίδες της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Το πρόγραμμα 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». Ειδικά για το Δημοτικό σχολείο από την Ε΄ Τάξη που διδάσκεται το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο», το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΑΠΣ, 2003) δίνει έμφαση στα μοντέλα αφού στις ενδεικτικές δραστηριότητες (σελ. 507) αναφέρει: «οι μαθητές κατασκευάζουν τα μοντέλα των μορίων των χημικών ενώσεων: νερό και διοξείδιο του άνθρακα» και στο διδακτικό υλικό στο βιβλίο του δασκάλου (σελ. 523) αναφέρει: «το λογισμικό θα πρέπει να παρουσιάζει μοντέλα (πρότυπα) για την ερμηνεία των φαινομένων του μακρόκοσμου και του μικρόκοσμου». Στους γενικότερους σκο-

πούς του τονίζει ότι οι μαθητές/τριες θα πρέπει να καλλιεργήσουν δεξιότητες μεθοδολογικού χαρακτήρα, να διαμορφώσουν κριτική σκέψη και να μάθουν να αυτενεργούν, για την επίτευξη των οποίων τα μοντέλα διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο.

Ωστόσο, στην Ελλάδα φαίνεται ότι είναι περιορισμένη η καταγραφή των ιδεών των μαθητών/τριών, φοιτητών/τριών ή εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τα μοντέλα. Στο πλαίσιο αυτό, στόχος της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει τις ιδέες χαρακτηριστικών των μοντέλων τις οποίες έχουν φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος, υποψήφιοι δάσκαλοι/λες και ιδιαίτερα να ανιχνεύσει τις αντιλήψεις τους για τη φύση, τη λειτουργία και την αλλαγή των μοντέλων.

Μεθοδολογία

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 75 φοιτητές/τριες, υποψήφιοι δάσκαλοι/λες Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (Α.Π.Θ.), από τους οποίους οι 50 ήταν θηλυκού γένους και οι 25 αρσενικού. Οι φοιτητές/τριες προέρχονταν από όλες τις κατευθύνσεις, βρίσκονταν στο μέσο των σπουδών τους και κατά τεκμήριο είχαν παρακολουθήσει κάποια μαθήματα Φυσικών Επιστημών.

Η διερεύνηση των αντιλήψεων των φοιτητών/τριων επιχειρήθηκε με ένα ερωτηματολόγιο το οποίο εστιάζεται σε τρία κύρια χαρακτηριστικά των μοντέλων (Crawford & Cullin, 2005). Συγκεκριμένα, για την επίτευξη του στόχου της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τρεις ερωτήσεις:

- Η πρώτη ερώτηση, αφορά στη φύση του μοντέλου, δηλαδή ανιχνεύει ποιες είναι οι ιδέες των φοιτητών/τριών για το τι είναι το μοντέλο.
- Η δεύτερη ερώτηση αναφέρεται στο σκοπό του μοντέλου, δηλαδή πως χρησιμοποιείται.
- Η τρίτη ερώτηση του ερωτηματολογίου ανιχνεύει τις αντιλήψεις των φοιτητών/τριών για το θέμα της αλλαγής του μοντέλου, δηλαδή αν οι επιστήμονες αλλάζουν τα μοντέλα και για ποιο λόγο.

Σε όλες τις ερωτήσεις ζητήθηκε από τους φοιτητές/τριες να αιτιολογήσουν την απάντησή τους. Οι ερωτήσεις ήταν ανοικτού τύπου οι οποίες είναι κατάλληλες για την ανάδειξη των αντιλήψεων και των πολλαπλών διαστάσεων των μοντέλων σε ευρεία κλίμακα, όπως υποστηρίζουν οι περισσότεροι ερευνητές (Justi & Gilbert, 2002; Crawford & Cullin, 2005). Προηγήθηκε πιλοτική έρευνα στην οποία χρησιμοποιήσαμε ερωτηματολόγιο πολλαπλής επιλογής. Τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν για να βελτιωθούν οι διατυπώσεις των ερωτήσεων. Επιπλέον διαπιστώσαμε ότι οι περισ-

σότεροι φοιτητές/τριες επέλεγαν μία απάντηση δίχως να είναι σε θέση να την αιτιολογήσουν ή να τη διευκρινίσουν με ένα παράδειγμα και γι' αυτό επιλέξαμε να συμπεριλάβουμε στο ερωτηματολόγιο ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, που έχουν χρησιμοποιηθεί από τους Grosslight et al. (1991) και Crawford & Cullin (2003).

Η ταξινόμηση των ιδεών για αυτά τα χαρακτηριστικά των μοντέλων επιχειρείται με διαφορετικό τρόπο από τους ερευνητές. Οι Grosslight et al (1991) πρότειναν τρία επίπεδα (I, II και III) των ιδεών για τα μοντέλα, με τις ιδέες επιπέδου I να αποκλίνουν περισσότερο από αυτές των επιστημόνων, ενώ οι ιδέες που ταξινομούνται στο επίπεδο III προσεγγίζουν τις επιστημονικές. Οι Crawford & Cullin (2005) βαθμολογούν τις απαντήσεις των φοιτητών/τριών σε τέσσερα επίπεδα κατανόησης από το λιγότερο επιστημονικό προς το πιο επιστημονικό. Συγκεκριμένα, τα τέσσερα επίπεδα περιγράφονται από το περιορισμένο, το προ-επιστημονικό, το αναδυόμενο επιστημονικό και το επιστημονικό, παρόλο που οι συγγραφείς καταλήγουν ότι υπάρχουν δυσκολίες στην κατάταξη των απαντήσεων σε αυτά τα τέσσερα επίπεδα.

Λαμβάνοντας υπόψη την ταξινόμηση των ιδεών για τα μοντέλα που χρησιμοποιείται από τη βιβλιογραφία και τις απαντήσεις του δείγματος συνθέσαμε ένα πλαίσιο ταξινόμησης των απαντήσεων σε τρία επίπεδα 1, 2, και 3 (Grosslight et al., 1999; Crawford & Cullin, 2005; Windschitl & Thompson, 2006).

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 ότι αφορά τη διάσταση της λειτουργίας 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 τη διάσταση 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 αφού 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. Επίσης, στο επίπεδο 3 η αλλαγή ενός μοντέλου είναι δεδομένη όταν η συμπεριφορά του δεν συμφωνεί με την παρατήρηση του πραγματικού κόσμου.

Στον Πίνακα 1 απεικονίζεται το πλαίσιο που συνθέσαμε για την ταξινόμηση των ιδεών για τα μοντέλα. Η ανάλυση των απαντήσεων έγινε από δύο ερευνητές, οι οποίοι μέσα από συνεχή αλληλεπίδραση και επικοινωνία ταξινόμησαν τις απαντήσεις των φοιτητών/τριών στα τρία επίπεδα.

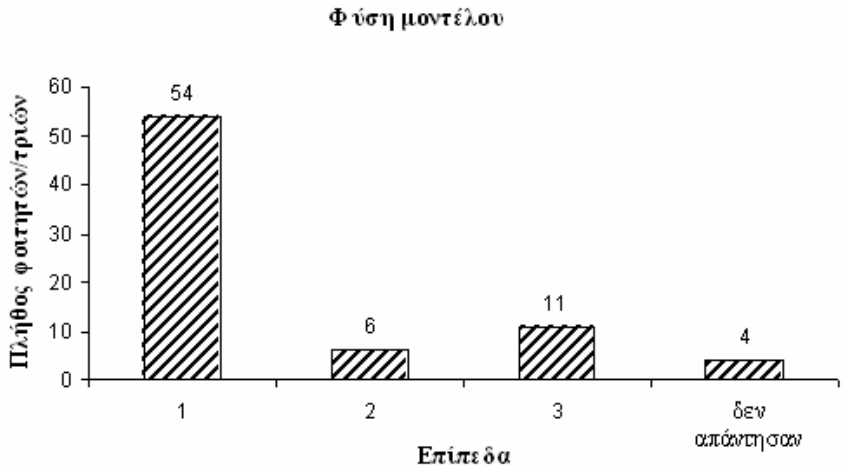
Πίνακας 1. Ταξινόμηση ιδεών για τα μοντέλα

	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3
ΦΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	Θεωρούν ότι το μοντέλο είναι πιστή αναπαράσταση αντικειμένων ή ότι είναι τα βήματα ενός ερευνητή ή μία μέθοδος διδασκαλίας ή ένα πρότυπο μιας διαδικασίας	Θεωρούν ότι το μοντέλο είναι αναπαράσταση ενός φαινομένου, μιας διαδικασίας, ενός συστήματος ή ότι είναι ένα εργαλείο για την κατανόηση φαινομένων	Θεωρούν ότι το μοντέλο είναι αναπαράσταση ενός αντικειμένου, ενός φαινομένου, μιας διαδικασίας, ενός συστήματος ή ιδεών και θεωριών. Αντιμετωπίζουν το μοντέλο ως ερευνητικό εργαλείο για τον έλεγχο υποθέσεων και ιδεών
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	Θεωρούν ότι το μοντέλο χρησιμοποιείται για να απλουστεύσει, να παρουσιάσει, να διευκρινίσει το θέμα που μελετάται ή χρησιμοποιείται για να ταξινομηθούν τα φαινόμενα ή χρησιμοποιείται ως πρότυπο ερευνητικό θέμα	Θεωρούν ότι το μοντέλο χρησιμοποιείται για την εξήγηση ενός φαινομένου, για διδακτικούς λόγους προκειμένου ο δάσκαλος να εξηγήσει κάτι στους μαθητές του	Κατανοούν ότι το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για εξήγηση όσο και για πρόβλεψη, για την απόκτηση πληροφοριών που δεν είναι ορατά απευθείας σε ένα φαινόμενο. Αντιμετωπίζουν το μοντέλο ως κίνητρο σκέψης και διατύπωσης υποθέσεων και ως βοήθημα για την εποικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης
ΑΛΛΑΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	Θεωρούν ότι το μοντέλο δεν αλλάζει	Θεωρούν ότι ένα μοντέλο μπορεί να αλλάξει όταν υπάρχουν νέα ερευνητικά δεδομένα ή όταν δεν συμπεριφέρεται ένας θα ήθελε ο κατασκευαστής του	Θεωρούν ότι το μοντέλο είναι προσωρινό στη φύση και αλλάζει όταν η συμπεριφορά του δεν συμφωνεί με την παρατήρηση του φαινομένου ή του συστήματος του πραγματικού κόσμου. Θεωρούν ότι ένας επιστήμονας αλλάζει το μοντέλο προκειμένου να τον βοηθήσει να προχωρήσει την έρευνά του

Αποτελέσματα

Στο Σχήμα 1 φαίνεται η ταξινόμηση των απαντήσεων των υποψηφίων δασκάλων σχετικά με τη φύση των μοντέλων. Το 72% των φοιτητών/τριών διατύπωσε αντιλήψεις για τη φύση του μοντέλου που κατατάσσονται στο επίπεδο 1, δηλαδή αντιλήψεις που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόκλιση από αυτές των επιστημόνων. Οι φοιτητές/τριες που όρισαν το μοντέλο ως μέθοδο λειτουργίας των επιστημόνων απάντησαν:

«*επιστημονικό μοντέλο είναι η πρακτική που ακολουθούν οι επιστήμονες*».



Σχήμα 1. Ταξινόμηση των απαντήσεων των φοιτητών/τριών για τη φύση του μοντέλου

Οι απαντήσεις των φοιτητών/τριων που θεώρησαν το μοντέλο ως μέθοδο διδασκαλίας ήταν:

«*επιστημονικό μοντέλο θεωρώ ότι είναι μία σειρά από οδηγίες, προτάσεις, μεθοδολογίες για τη διεξαγωγή μιας έρευνας ή διδασκαλίας*».

Στο επίπεδο 1 κατατάχθηκαν και οι αντιλήψεις που όρισαν το μοντέλο να αποτελεί πρότυπο μιας διαδικασίας:

«*πιστεύω ότι είναι ένα πρότυπο σύμφωνα με το οποίο ακολουθείται μία συγκεκριμένη διαδικασία για τη διευθέτηση ενός συγκεκριμένου θέματος*».

Το 6,7% των φοιτητών/τριών εξέφρασε ιδέες που κατατάσσονται στο επίπεδο 2 χαρακτηρίζοντας το μοντέλο ως αναπαράσταση φαινομένων:

«*επιστημονικό μοντέλο είναι η αναπαράσταση σε ιδανικές συνθήκες μιας κατάστασης, ενός φυσικού φαινομένου κλπ, το οποίο χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες για τη μελέτη της συμπεριφοράς του εκάστοτε φαινομένου κλπ (π.χ. το μοντέλο του ατόμου)*».

Μόνο το 14,6% των φοιτητών/τριών έχει αντιλήψεις για τη φύση του μοντέλου που προσεγγίζουν τις επιστημονικές. Στο επίπεδο 3 κατατάχθηκαν απαντήσεις που αναφέρουν ότι το μοντέλο αποτελεί αναπαράσταση ιδέας ή θεωρίας:

«*μάλλον οι επιστήμονες όταν έχουν μία θεωρία πριν την εφαρμόσουν κατασκευάζουν επιστημονικά μοντέλα που είναι η απεικόνιση της θεωρίας τους*» ή

«*επιστημονικό μοντέλο είναι ένα σύνολο προτάσεων, καθεμία από τις οποίες επιχειρούν να περιγράψουν, αιτιολογήσουν, προβλέψουν ένα φαινόμενο στη βάση της ποικιλίας των δεδομένων και των πτυχών που το συναπαρτίζουν*».

Το μικρότερο ποσοστό (5,3%) εμφανίστηκε στους φοιτητές/τριες που δεν έδωσαν καμία απάντηση, δηλαδή άφησαν κενή την ερώτηση.

Στο Σχήμα 2, φαίνεται η ταξινόμηση των απαντήσεων των φοιτητών/τριών σχετικά με τη διάσταση της λειτουργίας του μοντέλου. Οι περισσότεροι φοιτητές/τριες (58,6%) έδωσαν απαντήσεις που κατατάσσονται στο επίπεδο 1. Χαρακτηριστικές απαντήσεις των φοιτητών/τριών που ορίζουν το μοντέλο ως μέσο ταξινόμησης φαινομένων είναι:

Σχήμα 2. Ταξινόμηση των απαντήσεων των φοιτητών/τριών για τη λειτουργία του μοντέλου

«*χρησιμοποιείται πιθανότατα για ταξινόμηση και σύγκριση διαφόρων φαινομένων. Τα κατατάσσει σε επιστημονικά μοντέλα έτσι ώστε να είναι διακριτά μεταξύ τους (τα φαινόμενα), το καθένα να αποτελείται από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που το προσδιορίζουν*» ή

«*το μοντέλο χρησιμοποιείται ως ένα μοτίβο, φόρμα προσέγγισης μιας έρευνας*».

Στο επίπεδο 1 κατατάχθηκαν και οι φοιτητές/τριες που αναφέρουν ως σκοπό του μοντέλου την απλούστευση και αναπαράσταση της πραγματικότητας:

«*ο σκοπός του μοντέλου έχει να κάνει με τη διευκόλυνση του επιστήμονα. Χρειάζεται δηλαδή ως αναπαράσταση της πραγματικότητας με σκοπό να αναλυθεί από τον επιστήμονα*».

Το 8% των φοιτητών/τριών που αναφέρουν ότι το μοντέλο χρησιμοποιείται για την εξήγηση φαινομένων κατατάσσονται σε επίπεδο 2:

«*το επιστημονικό μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξηγήσεις κάποιες πτυχές ή συμπεριφορές φαινομένων. Χρησιμοποιείται πρακτικά για να βοηθήσει έναν επιστήμονα να ερμηνεύσει κάποια φαινόμενα επιστημονικά*» ή

«*το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την ερμηνεία κάποιων καταστάσεων*».

Μόνο το 14,6% των φοιτητών/τριών αναγνώρισε την προβλεπτική λειτουργία των μοντέλων και τη χρήση τους για έλεγχο υποθέσεων προσεγγίζοντας τις επιστημονικές απόψεις. Χαρακτηριστικές απαντήσεις του επιπέδου 3 είναι: «*ένα μοντέλο το χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να εξετάσουν εάν αυτό που έχουν φανταστεί, σκεφτεί μπορεί να γίνει πράξη και να βρει εφαρμογή*» ή

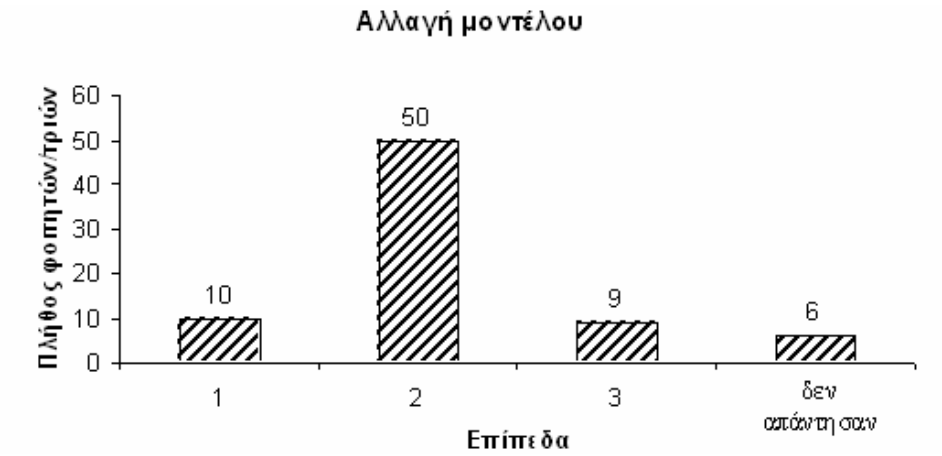
«*σκοπός του μοντέλου είναι να περιγράψει, αιτιολογήσει, προβλέψει ένα φαινόμενο ή μία έννοια που μπορεί να γίνει αντικείμενο μελέτης σε κάποια επιστήμη*».

Οι ίδιοι φοιτητές/τριες που άφησαν κενή την πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου δεν έδωσαν καμία απάντηση και στη δεύτερη ερώτηση.

Στο Σχήμα 3 φαίνεται η ταξινόμηση των απαντήσεων των φοιτητών/τριών στη διάσταση της αλλαγής του μοντέλου. Παρατηρούμε ότι το 13,3% των φοιτητών/τριών κατατάσσεται στο επίπεδο 1 αναφέροντας ότι ένα μοντέλο δεν αλλάζει:

«*ένας επιστήμονας μπορεί να αλλάξει τον τρόπο έρευνας και επεξεργασίας, όχι όμως το ίδιο το μοντέλο*» ή

«*αν η έρευνα του επιστήμονα είχε προκαθορισμένο στόχο με προκαθορισμένο τρόπο μέσα στο οποίο θα είχε θέση ένα συγκεκριμένο επιστημονικό μοντέλο, τότε δεν θα μπορούσε να το αλλάξει*».



Σχήμα 3. Ταξινόμηση των απαντήσεων των φοιτητών/τριών για την αλλαγή του μοντέλου

Οι απαντήσεις της πλειοψηφίας των φοιτητών/τριών στο θέμα της αλλαγής των μοντέλων κατατάχθηκαν στο επίπεδο 2. Συγκεκριμένα, το 66,7% των φοιτητών/τριών αναγνώρισε ότι ένα μοντέλο αλλάζει όταν δεν ανταποκρίνεται στους στόχους που ο κατασκευαστής του προσδοκεί ή όταν υπάρξουν νέα ερευνητικά δεδομένα:

«*θα μπορούσε ένας επιστήμονας να αλλάξει ένα μοντέλο σε περίπτωση που δεν θεωρούσε ικανοποιητικό το μοντέλο που χρησιμοποιούσε μέχρι τώρα*» ή

«*πιστεύω πως ένας επιστήμονας θα άλλαζε το μοντέλο αν έβλεπε πως τα δεδομένα έχουν πλέον αλλάξει στην κοινωνία και πως αυτό το μοντέλο που πρεσβεύει δεν έχει ισχύ και δεν μπορεί να λειτουργήσει*».

Το 12% των φοιτητών/τριών έδωσε απαντήσεις που προσεγγίζουν τις επιστημονικές, δηλαδή επιπέδου 3, εντάσσοντας στο θέμα της αλλαγής του μοντέλου τη σύγκλιση ανάμεσα στη συμπεριφορά του μοντέλου και στην πραγματικότητα. Αντιπροσωπευτική απάντηση επιπέδου 3 είναι:

«*αν έβλεπε ο επιστήμονας το θέμα από περισσότερες σκοπιές, διεξήγαγε καινούριες έρευνες και ερχόταν σε επαφή με στοιχεία, σύμφωνα με τα οποία υπήρχε ανάγκη αναθεώρησης του μοντέλου, τότε θα το άλλαζε*».

Για τη διάσταση της αλλαγής του μοντέλου το 8% των φοιτητών/τριών δεν έδωσε καμία απάντηση.

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Ως προς τη φύση του μοντέλου, οι ιδέες των περισσότερων φοιτητών/τριών κατατάχθηκαν στο επίπεδο 1, χαρακτηρίζοντας το μοντέλο ως μέθοδο λειτουργίας των επιστημόνων, μέθοδο διδασκαλίας ή πρότυπο μιας διαδικασίας. Λίγοι φοιτητές/τριες είχαν αντιλήψεις ότι το μοντέλο αποτελεί αναπαράσταση ιδέας ή θεωρίας, εύρημα που συμφωνεί με τη βιβλιογραφία (Grosslight et al., 1991; Ingham & Gilbert, 1991). Σε μεγάλη απόκλιση από το επίπεδο 3 βρίσκονται οι ιδέες της πλειοψηφίας των φοιτητών/τριών και για τη διάσταση της λειτουργίας του επιστημονικού μοντέλου, δηλαδή για ποιο λόγο υπάρχει και πώς χρησιμοποιείται (Van Driel & Verloop, 1999; Harrison, 2001). Οι περισσότεροι φοιτητές/τριες όρισαν το μοντέλο ως μέσο για την ταξινόμηση φαινομένων ή για την απλούστευση και αναπαράσταση της πραγματικότητας, ενώ λίγοι αναφέρθηκαν στην επεξηγηματική και προβλεπτική λειτουργία του.

Η απουσία αναφοράς στην προβλεπτική λειτουργία των μοντέλων από τους περισσότερους φοιτητές/τριες συμφωνεί με τους Windschitl & Thompson (2006) και τους Cullin & Crawford (2003), οι οποίοι αναφέρουν τη δυσκολία των μελλοντικών εκπαιδευτικών να αντιμετωπίσουν τα μοντέλα ως προβλεπτικά εργαλεία.

Σχετικά με τη διάσταση της αλλαγής του επιστημονικού μοντέλου λίγοι ήταν οι φοιτητές/τριες που δεν αναγνώρισαν τη δυνατότητα αλλαγής ενός μοντέλου (επίπεδο 1), ενώ οι περισσότεροι αναγνώρισαν ότι ένα μοντέλο είναι δυνατόν να αλλάξει όταν δεν συμπεριφέρεται σύμφωνα με τον σκοπό του κατασκευαστή του ή όταν υπάρξουν νέα ερευνητικά δεδομένα και κατατάχθηκε στο επίπεδο 2. Η αιτιολόγηση για το κάτω από ποιες συνθήκες αλλάζει ένα μοντέλο είναι αυτή που έχει σημασία για την διαφοροποίηση των ιδεών μεταξύ των επιπέδων 2 ή 3. Κατά συνέπεια, οι λίγοι φοιτητές/τριες που στην απάντησή τους για το πότε αλλάζει ένα μοντέλο συσχέτισαν τη συμπεριφορά του μοντέλου με την πραγματικότητα διαφοροποιήθηκαν στο επίπεδο 3.

Συγκρίνοντας την κατάταξη των απαντήσεων των φοιτητών/τριών στα τρία επίπεδα και για τα τρία χαρακτηριστικά των μοντέλων, παρατηρούμε ότι οι φοιτητές/τριες εμφάνισαν ιδέες που αποκλίνουν περισσότερο από τις επιστημονικές στις διαστάσεις της φύσης του μοντέλου και της λειτουργίας του, αφού οι περισσότεροι έδωσαν απαντήσεις επιπέδου 1. Στη διάσταση της αλλαγής του μοντέλου οι περισσότεροι φοιτητές/τριες έδωσαν απαντήσεις επιπέδου 2, εμφανίζοντας πιο βελτιωμένη σχετικά εικόνα, εύρημα που συμφωνεί με τη βιβλιογραφία (Treagust et al., 2002). Ενδεχομένως, η απουσία διδασκαλιών βασισμένες στα μοντέλα στις διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης και άρα η έλλειψη εμπειρίας των φοιτητών/τριών στα

μοντέλα να εξηγεί τη διαφορετική εικόνα που εμφάνισαν οι φοιτητές/τριες στις διαστάσεις της φύσης και της λειτουργίας του μοντέλου από αυτήν της αλλαγής του. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο ερωτήσεις που αναφέρονται στη φύση και στη λειτουργία του μοντέλου με την ερώτηση που αναφέρεται στην αλλαγή του είναι ότι οι δύο πρώτες σχετίζονται με τον ορισμό του μοντέλου και είναι δύσκολο να συγκροτηθούν απόψεις από φοιτητές/τριες που δεν έχουν βιώσει ποτέ τους διαδικασίες μοντελοποίησης στην τάξη, ενώ η τρίτη ερώτηση (αλλαγή μοντέλου) δεν άπτεται άμεσα του ορισμού του μοντέλου και φαίνεται ότι είναι πιο ευλογοφανής.

Οι ιδέες για τα μοντέλα που ανιχνεύθηκαν στην παρούσα εργασία αναδείχνουν την αναγκαιότητα χρήσης των μοντέλων στην εκπαιδευτική διαδικασία, γεγονός που θα συνέβαλε στην ευκολότερη κατανόηση των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές/τριες. Όταν οι μαθητές/τριες συμμετέχουν σε διδασκαλίες στις οποίες ερμηνεύουν και προβλέπουν φαινόμενα με τη βοήθεια μοντέλων και αξιολογούν τα μοντέλα συγκρίνοντας τις προβλέψεις τους με τα δεδομένα του πειράματος, έρχονται σε επαφή με τον επιστημονικό τρόπο λειτουργίας που αποτελεί προϋπόθεση για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Αν επιθυμούμε μία εκπαίδευση που να στοχεύει στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης και δεξιοτήτων επεξεργασίας της πληροφορίας και όχι απλά απομνημόνευσής της, χρειάζεται να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στην ουσιαστική ένταξη των μοντέλων και των διαδικασιών μοντελοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Προς την κατεύθυνση αυτή θεωρούμε ότι θα συμβάλει η εκπαίδευση των υποψηφίων δασκάλων με ειδικά σχεδιασμένες διδασκαλίες και με την αξιοποίηση προσομοιώσεων και λογισμικών μοντελοποίησης (Jimoyiannis & Komis 2001, Harper et al. 2000) που να ενισχύουν την κατανόηση των χαρακτηριστικών των μοντέλων και ιδιαίτερα της προβλεπτικής λειτουργίας τους.

Αναφορές

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*, 309 – 323. Springer. Printed in the Netherlands.

Crawford, B. A., & Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modeling in science. *International Journal of Science Education,* 26(11), 1379 – 1401.

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.

Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998). *Learning science through models and modelling*. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education* (pp. 53 -66). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gilbert, J. K., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education,* 20, 83-97.

Grosslight, L., Unger, C., & Jay, E. (1991). Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching,* 28, 799 - 822.

Harper, B., Squires, D., & McDougall, A. (2000). Constructivist Simulations: A New Design Paradigm. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia,* 9 (2), 115 – 130.

Harrison, A. G. (2001). Models and PCK: Their Relevance for Practicing and Preservice Teachers. Paper presented at 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*, 935-957. The American Institute of Physics, NY.

Ingham, A. I., & Gilbert, K. J. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education,* 13, 203 - 215.

Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in Physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion, *Computers & Education*, 36, 183-204

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, 1273 - 1292.

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, 549 - 573.

Ogborn, J., & Martins, I. (1996). Metaphorical understandings and scientific ideas. *International Journal of Science Education*, 18(6), 631-652.

PISA (Programme for the International Student Assessment), Literacy Skills for the World of Tomorrow, (2003). OECD/UNESCO-UIS, www.pisa.oecd.org/docs/books.htm

Project 2061, American Association for the Advancement of Science (AAAS), www.project2061.org.

Saari, H., & Viiri, J. (2003). A research-based teaching sequence for teaching the concept of modelling to seventh-grade students. *International Journal of Science Education,* 25, 1333 - 1352.

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, 357 – 368.

Treagust, D. F., & Harrison, A. G. (1999). The genesis of effective scientific explanations for the classroom. In J. Loughran (ed.), *Researching Teaching: Methodologies and Practices for Understanding Pedagogy* (London: Falmer Press), 28-43.

Van Der Valk, T., Van Driel, J. H. & De Vos, W. (2007). Common characteristics of models in present-day scientific practice. *Res. Sci. Educ.,* 37, 469-488.

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

Wisnudel-Spitulnik, M., Kracjik, J., & Soloway, E. (1999). Construction of models to promote scientific understanding. In W. Feurzeig & N. Roberts (Eds.), *Modelling and simulation in science and mathematics* (pp.70-94). New York: Springer-Verlag.

ΑΠΣ (2003). Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, λήψη 30 Ιουλίου 2008, www.pi-schools.gr/download/programs/depps/ 24aps_erebno_to_fisiko_ kosmo.pdf

ΔΕΠΠΣ (2003). Διαθεματικό Πρόγραμμα Σπουδών. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, λήψη 30 Ιουλίου 2008, www.pi-schools.gr/download/programs/depps/25deppsaps_FisikisXimias.pdf

Σταυρίδου, Ε. (1995). Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης. Εκδόσεις Σαββάλα.